

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

**PREOKSİJENASYON İÇİN ALGORİTMİK YAKLAŞIM: TİDAL
HACİMLİ SOLUNUM YETERSİZ KALDIĞINDA, AŞAMALI
OLARAK BASINÇ DESTEĞİ VE SOLUK SONU POZİTİF
BASINÇ EKLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Çağın TANRIVERDİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Erkan TOMATIR

DENİZLİ – 2021

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

**PREOKSİJENASYON İÇİN ALGORİTMİK YAKLAŞIM: TİDAL
HACİMLİ SOLUNUM YETERSİZ KALDIĞINDA, AŞAMALI
OLARAK BASINÇ DESTEĞİ VE SOLUK SONU POZİTİF
BASINÇ EKLENMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Çağın TANRIVERDİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Erkan TOMATIR

DENİZLİ – 2021

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

ONAY SAYFASI	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
ÖZET	IX
SUMMARY	X
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	4
AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİ.....	4
Akciğer Hacimleri	5
Akciğer Kapasiteleri.....	5
FONKSİYONEL REZİDÜEL KAPASİTE	6
PREOKSİJENASYON	8
Preoksijenasyonun Fizyolojisi.....	8
Preoksijenasyonun Değerlendirilmesi	8
Preoksijenasyon Teknikleri	9
Özellikli Hasta Gruplarında Preoksijenasyon	12
Preoksijenasyonun Komplikasyonları	14
GEREÇ VE YÖNTEM	16
Verilerin İstatistiksel Analizi.....	18
BULGULAR.....	20
TARTIŞMA.....	29
SONUÇ	39
KAYNAKLAR	41

SİMGELER VE KISALTMALAR

ark.	: Arkadaşları
ASA	: <i>American Society of Anesthesiologists</i> (Amerikan Anesteziyologlar Derneği)
BiPAP	: <i>Bilevel Positive Airway Pressure</i> (İki Seviyeli Pozitif Havayolu Basıncı)
cmH₂O	: Santimetre su
COVID-19	: <i>Coronavirus Disease 2019</i> (Koronavirüs-19 Hastalığı)
CPAP	: <i>Continuous Positive Airway Pressure</i> (Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı)
DAB	: Diyastolik arteriyel kan basıncı
dk	: Dakika
DM	: Diyabetes Mellitus
DN	: Derin Nefes
E	: Erkek
EKT	: Elektrokonvülsif terapi
EtCO₂	: <i>End tidal carbondioxide</i> (Soluk Sonu Karbondioksit)
ETN₂	: <i>End Tidal Nitrogen</i> (Soluk Sonu Nitrojen)
ETO₂	: <i>End Tidal Oxygen</i> (Soluk Sonu Oksijen)
FiO₂	: <i>Fraction of inspired oxygen</i> (Alınan havanın oksijen yüzdesi)
FRK	: Fonksiyonel rezidüel kapasite
HFNC	: <i>High Flow Nasal Cannula</i> (Yüksek Akışlı Nazal Kanül)
HT	: Hipertansiyon
K	: Kadın
KAH	: Kalp atım hızı
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
l	: Litre
ml	: Mililitre
mmHg	: Milimetre civa

n	: Hasta sayısı
NIPBV	: Noninvaziv Pozitif Basıncılı Ventilasyon
Ort.	: Ortalama
PaCO₂	: Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı
PaO₂	: Parsiyel arteriyel oksijen basıncı
PEEP	: <i>Positive End-Expiratory Pressure</i> (Soluk Sonu Pozitif Basıncı)
PSV	: <i>Pressure Support Ventilation</i> (Basıncı Destekli Ventilasyon)
PSVPro	: <i>Pressure Supported Ventilation-Protect</i> (Basıncı Destekli Ventilasyon-Spontane Solunumu Koruyucu)
SAB	: Sistolik arteriyel kan basıncı
sn	: Saniye
SpO₂	: 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:
Şekil 1. Akciğer hacim ve kapasiteleri.....	4
Şekil 2. Çalışmanın akış şeması	16
Şekil 3. ETO ₂ seyri	22
Şekil 4. ETO ₂ ≥%90 anındaki sürelerin dağılımı.....	23

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1. Vücut oksijen depoları ve oksijen içerikleri.....	7
Tablo 2. Preoksijenasyonun etkinliğini ve verimliliğini etkileyen faktörler ...	9
Tablo 3. Preoksijenasyon teknikleri	10
Tablo 4. Demografik veriler (Ort±SS).....	20
Tablo 5. Branş dağılımı (n) (%).....	20
Tablo 6. Eşlik eden sistemik hastalıklar (n) (%)	21
Tablo 7. Özellikli durumlar (n) (%).....	21
Tablo 8. Vital değerler (Ort±SS)	22
Tablo 9. Başarılı preoksijenasyon süreleri (Ort±SS) (sn).....	23
Tablo 10. Alt gruplar ve süre (Ort±SS) (sn)	23
Tablo 11. Grup I'de cinsiyet (Ort±SS) (sn).....	24
Tablo 12. Grup II'de cinsiyet (Ort±SS) (sn).....	24
Tablo 13. Kadınlar (Ort±SS) (sn)	24
Tablo 14. Erkekler (Ort±SS) (sn)	24
Tablo 15. Grup I'de sigara (Ort±SS) (sn).....	25
Tablo 16. Grup II'de sigara (Ort±SS) (sn)	25
Tablo 17. Sigara içenler (Ort±SS) (sn).....	25
Tablo 18. Grup I'deki HT hastaları (Ort±SS) (sn)	25
Tablo 19. Grup II'deki HT hastaları (Ort±SS) (sn).....	26
Tablo 20. HT hastaları (Ort±SS) (sn)	26
Tablo 21. Grup I'de horlama (Ort±SS) (sn)	26
Tablo 22. Grup II'de horlama (Ort±SS) (sn).....	26
Tablo 23. Horlaması olanlar (Ort±SS) (sn)	27
Tablo 24. Grup I ve VKİ (Ort±SS) (sn).....	27
Tablo 25. Grup II ve VKİ (Ort±SS) (sn)	27
Tablo 26. VKİ ≥30 olanlar (Ort±SS) (sn).....	27
Tablo 27. ETCO ₂ (Ort±SS) (mmHg).....	28
Tablo 28. İstenmeyen etkiler (n) (%).....	28

ÖZET

Preoksijenasyon için algoritmik yaklaşım: tidal hacimli solunum yetersiz kaldığında, aşamalı olarak basınç desteği ve soluk sonu pozitif basınç eklenmesi

Dr. Çağın TANRIVERDİ

Preoksijenasyon, havayolu yönetiminin temel güvenlik unsurlarından birisidir. Son yıllarda yeterli preoksijenasyon için başarı oranını artırmak ve gereken süreyi kısaltmak amacıyla geleneksel tidal hacimli solunuma (THS) noninvaziv pozitif basınçlı solunum (NIPBV) tekniklerinin eklenmesi önerilmektedir. Bu çalışmada; standart THS ile hedef ETO_2 ($\geq\%90$) değerine ulaşamayan olgulara önce inspiratuvar basınç destekli ventilasyon (PSV), yine başarı sağlayamayan olgulara ise soluk sonu pozitif basınç (PEEP) da eklenerek yapılan ventilasyon ile algoritmik bir yaklaşımın değerlendirilmesi amaçlandı.

Etik Kurul onayı alındıktan sonra elektif ameliyatlar için genel anestezi planlanmış; 18-65 yaşları arasında, ASA 1-2 fiziksel durumunda ve THS ile 3. dk sonunda $ETO_2 <\%90$ olan 200 hasta iki gruba ayrıldı. Grup I'e THS ile devam edildi. Grup II'ye önce 1 dk 6 cmH_2O PSV eklendi. 4. dk'da yeterli ETO_2 seviyesine ulaşamayan hastalar tekrar iki gruba ayrıldı. Grup II.k sadece PSV ile devam ederken Grup II.ç'ye ek olarak 4 cmH_2O PEEP eklendi. Çalışma $ETO_2 \geq\%90$ olduğunda veya 5. dk sonunda sonlandırıldı. Hasta özelliklerinin yanı sıra işlem öncesi ve sonrası vital değerler, $ETO_2 \geq\%90$ olduğu saniye, bu saniyedeki $ETCO_2$ seviyesi ve istenmeyen etkiler kaydedildi. Başarılı preoksijenasyon süresi Grup II'de ($222,63\pm 27,24$ sn), Grup I'e ($237,17\pm 40,31$ sn) göre; Grup II.ç'de de ($252,38\pm 7,46$ sn) Grup II.k'ye ($268,94\pm 12,24$ sn) göre önemli düzeyde kısa bulundu ($p < 0,005$). NIPBV ile başarısızlık görülmedi. İşlemi kesmeyi gerektirecek istenmeyen bir etki gözlenmedi.

Sonuç olarak; NIPBV yöntemlerinin, THS ile yeterli preoksijenasyon düzeyine erişen hastalar için gerekli olmadığı; ancak seçilmiş hastalarda yararlı olabileceği kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: anestezi, preoksijenasyon, tidal hacim, PSV, PEEP

SUMMARY

Algorithmic approach for preoxygenation: stepwise addition of pressure support and positive end tidal pressure when tidal volume breathing is insufficient

Dr. Cagin TANRIVERDI

Preoxygenation is one of the main safety factors of airway management. In recent years, adding non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) techniques to traditional tidal volume breathing (TVB) are recommended in order to both increase the success rate and shorten the required time. In this study it was aimed to evaluate an algorithmic approach first by adding inspiratory pressure supported ventilation (PSV) to cases where the target ET_{O_2} ($\geq 90\%$) value could not be reached with standard tidal volume breathing, and for the still unsuccessful cases were ventilated by adding the positive end expiratory pressure (PEEP).

Following the approval of the Ethics Committee, 200 patients between the ages of 18-65 years, the ASA 1-2 physical state and $ET_{O_2} < 90\%$ at the end of 3rd min with TVB, planned for elective surgeries under general anesthesia, were randomly divided into two groups. Group I was continued with TVB. Group II was first added to 6 cmH₂O PSV for 1 min. The patients who could not reach the sufficient ET_{O_2} level at the end of 4th min were again divided into two groups. Additional 4 cmH₂O PEEP was added to Group II.ç, while Group II.k continued with PSV only. The study was terminated when ET_{O_2} was $\geq 90\%$ or at the end of 5th min. In addition to patient characteristics, vital values before and after the procedure, the second when ET_{O_2} was $\geq 90\%$, the ET_{CO_2} level at this second and adverse effects were noted.

Successful preoxygenation time was significantly shorter in Group II (222,63±27,24 sec) compared to Group I (237,17±40,31 sec) and in Group II.ç (252,38±7,46 sec), compared to Group II.k (268,94±12,24 sec) ($p < 0,005$). No failures were seen with NIPPV. No adverse effects were observed that would require interruption of the process.

In conclusion, the NIPPV methods are not necessary for patients who reach adequate preoxygenation with TVB; however, they could be beneficial in selected patients.

Keywords: anesthesia, preoxygenation, tidal volume, PSV, PEEP

GİRİŞ

Cerrahi işlem geçiren hastaların sayısı her geçen yıl artmaya devam etmektedir. 2004 yılında 230 milyon olduğu tahmin edilen bu sayının, 2012 yılında 310 milyondan fazla olduğu tahmin edilmektedir (1). Ameliyatların güvenli bir şekilde yapılabilmesi ve hastaların ağrı duymaması için çoğu kez “genel anestezi” uygulanmaktadır. Bilincin ortadan kaldırıldığı genel anestezi uygulamalarının solunum sistemi üzerinde de çeşitli etkileri bulunmaktadır.

Solunum merkezlerinin baskılanması sonucu, havayolu açıklığının ve koruyucu reflekslerin kaybı meydana gelebilir. Hatta solunum çabasının tamamen durması söz konusu olabilir. Bu nedenle genel anestezi uygulanacak hastalarda yeterli ventilasyon ve oksijenasyonun sağlanması yaşamsal öneme sahiptir. Özellikle genel anestezinin başlangıç aşamasında havayolu güvenliğinin sağlanması anestezi uygulamasının temel taşı ve anestezi uzmanının temel sorumluluklarından biridir.

Havayolu güvenliğinin sağlanmasında sorun yaşanırsa, yalnızca birkaç dakika içerisinde oksijen yetersizliğine bağlı ciddi beyin hasarı oluşabilir. Bu sorun giderilmezse saniyeler içinde ölüme sonuçlanabilir (2). Amerikan Anesteziyologlar Derneğinin (*American Society of Anesthesiologists: ASA*) kapanmış dava dosyaları veri tabanına göre; havayolu komplikasyonları en yaygın hasar verici olaylarda ikinci sırayı almaktadır (3). Bu bağlamda; en sık karşılaşılan sorun ise havayolu açıklığını sağlamada zorluk, gecikme veya başarısızlıktır. Her ne kadar yaşanabilecek bu zorluğu önceden düşündürecek birçok parametre olsa da, veriler yaşanan zor entübasyonların %90’dan fazlasının beklenmedik olduğuna işaret etmektedir (4).

Zor havayolu yönetimi sırasında hastanın ventile edilemediği dönemde oksijen desatürasyonu olmaksızın yaşanabilecek olan gecikme süresi, “güvenli apne süresi” olarak tanımlanmıştır. Bu sürenin olabildiğince uzun olması, hasta güvenliğini artırmak amacıyla o derece etkili olacaktır. Güvenli apne süresini uzatmanın başlıca yolu hastanın oksijen rezervlerinin artırılmasından geçmektedir. Akciğerlerdeki fonksiyonel rezidüel kapasite içeriğinin atmosfer havası yerine, anestezi işlemine başlamadan hemen önce, olabildiğince saf oksijenle değiştirilmesine “preoksijenasyon” denir. Akciğerlerdeki nitrojenin oksijenle yer değiştirmesi için

“denitrojenasyon” ifadesi de kullanılmakla birlikte, asıl olan nitrojeni uzaklaştırmak değil oksijenasyonu sağlamaktır.

Havayolu yönetiminde öngörülen veya beklenmedik şekilde yaşanabilecek zorluklar düşünüldüğünde, genel anesteziye başlamadan hemen önce tüm hastalara rutin olarak preoksijenasyon uygulanması önerilmektedir (5). Eğer hastanın fonksiyonel rezidüel kapasitesinin düşük olacağı bir patoloji veya güvenli apne süresinin kısılmasına neden olacak başka bir neden varsa, bu öneri bir kez daha önem kazanmaktadır.

Preoksijenasyon; ilk kez 1955 yılında %100 oksijenin 3 dakika tidal hacimle spontan solutulması şeklinde tanımlanmıştır (6). Günümüzde de hala en yaygın uygulanan bu yöntem, standart yöntem olarak kabul edilmektedir. Yeterliliği soluk sonu oksijen değerinin (*End Tidal Oxygen: ETO₂*) %90 ve üzeri olması ile değerlendirilen preoksijenasyonu iyileştirmek amacıyla, ilk tanımlandığı yıldan günümüze kadar; vital kapasite manevrası, 30 saniyede 4 derin soluk ve 60 saniyede 8 derin soluk gibi farklı teknikler önerilmiştir. 2398 hasta üzerine yapılan geniş ölçekli bir çalışmada standart tidal hacimli solunum ile üçüncü dakikada %50, beşinci dakikada ise %30 oranlarında yetersiz preoksijenasyon ($ETO_2 < \%90$) saptanmıştır (7).

Obez, gebe, pediyatrik, geriyatrik gibi hasta popülasyonlarını düşününce, eşlik edebilecek yandaş hastalık durumlarını ve cerrahinin acil olabileceğini de göz önünde bulunduracak olursak; farklı preoksijenasyon tekniklerinin olması uygulayıcının tek bir yönetime bağımlı olmamasını sağlamaktadır.

Son yıllarda basınç desteği ve soluk sonu pozitif basınç gibi girişimsel olmayan ventilasyon tekniklerinin kullanımı ile preoksijenasyonda başarı oranının yüzde yüze yükseltilebileceği gösterilmiştir (8). Ancak hastalarda pozitif basınca bağlı hafif de olsa rahatsızlık hissi ve gastrik distansiyon gibi yan etkilerin de görülebildiği bildirilmiştir.

Literatürde yer alan çalışmaların genel olarak farklı preoksijenasyon tekniklerinin karşılaştırılmasına dayalı olduğu görülmektedir (9–13). Risk-yarar

oranını optimize etmek amacıyla farklı tekniklerin basamaklı bir algoritma yaklaşımı içinde değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Çalışmamızda; standart tidal hacimli solunum ile 3. dk sonunda hedef ET_{O_2} (≥ 90) değerine ulaşamayan hastalarda önce 1 dk 6 cmH₂O inspiratuvar basınç destekli ventilasyon (*Pressure Support Ventilation: PSV*) uygulanması, yine başarı sağlanamadığında ise 1 dk da 4 cmH₂O soluk sonu pozitif basınç (*Positive End-Expiratory Pressure: PEEP*) eklenmesi ile algoritmik bir yaklaşımın değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

Anestezi pratiğinin temeli havayolu güvenliğini sağlamaya dayanmaktadır. Özellikle genel anestezi sırasında gerek havayolunu güvence altına almak gerekse de anestezinin idamesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilen enstrümantasyon öncesinde preoksijenasyon uygulanmaktadır. İlk tanımlandığı yıldan bu yana, temelinde akciğer kapasitelerinden birini barındıran bu uygulamanın, beklenmedik bir “entübe edilemez, ventile edilemez” senaryosu ile başa çıkmayı mümkün kılacak gereken zamanı sağlaması için, tüm hastalara rutin olarak uygulanması önerilmektedir (5).

AKCİĞER HACİM VE KAPASİTELERİ

Akciğer maddenin katı, sıvı ve gaz olan üç fiziksel halinin fizyolojik olarak etkileşim halinde olduğu vücuttaki tek iç organdır. Akciğerdeki hacimler (volümler) kişinin efor durumu, yaş, boy, cinsiyet ve kişinin yaşadığı yerin rakımı gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir. Kapasite kavramı ise iki veya daha fazla akciğer hacminin toplamıdır. Sağlıklı, genç erişkin erkek (E) ve kadınlar (K) için ortalama değerleri ile akciğer hacim ve kapasiteleri Şekil 1’de gösterilmiştir (14).

İnspiratuvar Rezerv Hacmi E: 3000 ml K: 1900 ml	İnspiratuvar Kapasite E: 3500 ml K: 2400 ml	Vital Kapasite E: 4600 ml K: 3100 ml	Total Akciğer Kapasitesi E: 5800 ml K: 4200 ml
Tidal Hacim E: 500 ml K: 400 ml			
Ekspiratuvar Rezerv Hacmi E: 1100 ml K: 700 ml	Fonksiyonel Rezidüel Kapasite E: 2300 ml K: 1800 ml		
Rezidüel Hacim E: 1200 ml K: 1100 ml			

Şekil 1. Akciğer hacim ve kapasiteleri

Akciğer Hacimleri

Tidal Hacim

Her normal nefeste alınan veya verilen hava hacmi olarak tanımlanır. Yaklaşık 500 ml kadardır (14,15).

İnspiratuvar Rezerv Hacmi

Spontan alınan tidal hacim inspirasyonunun üstüne maksimum eforla alınabilen ek hava hacmidir. Solunum kaslarının gücünden etkilenir. Yaklaşık 3000 ml kadardır (14,15).

Ekspiratuvar Rezerv Hacmi

Spontan tidal hacim solunumunun sonlanmasından sonra maksimum eforla verilebilen ek hava hacmidir. Bu hacim yaklaşık 1100 ml kadardır (14,15).

Rezidüel Hacim

Kişinin maksimum eforla çıkarabildiği ekspiratuvar rezerv hacminden sonra akciğerlerinde kalan hava miktarıdır. Yaklaşık olarak 1200 ml kadardır. Bu hacim standart spirometre ile ölçülemez (14,15). Yaş ilerledikçe akciğerlerin elastisite kaybına uğraması nedeniyle maksimum ekspiratuvar akımda azalma olur. Bu nedenle yaş arttıkça rezidüel hacim bir miktar artar. Obstrüktif hastalıklarda da benzer mekanizma ile artacaktır (16).

Akciğer Kapasiteleri

İnspiratuvar Kapasite

Normal ekspirasyon bitiminin ardından maksimum eforla alınan nefes miktarıdır. Tidal hacim ve inspiratuvar rezerv hacminin toplamına eşittir. Yaklaşık olarak 3500 ml kadardır (14).

Fonksiyonel Rezidüel Kapasite

Spontan nefes verme sonrasında akciğer ve hava yollarında kalan hava miktarıdır. Rezidüel hacim ve ekspiratuvar rezerv hacminin toplamına eşittir. Yaklaşık

olarak 2300 ml kadardır (14). Akciğer hacim ve kapasiteleri arasında preoksijenasyon için odak noktayı oluşturduğundan detaylı olarak değinilecektir.

Vital Kapasite

Kişi maksimum eforla nefes aldıktan sonra oluşan tepe noktasından maksimum eforla dışarı atılan hava miktarıdır. Yani inspiratuvar rezerv hacmi, tidal hacim ve ekspiratuvar rezerv hacimlerinin toplamına eşittir. Yaklaşık olarak 4600 ml kadardır (14). Cinsiyet, yaş, duruş biçimi, sigara, efor kapasitesi ve akciğer ile göğüs duvarı yapılarının özellikleri vital kapasiteyi etkileyen faktörlerdir (15).

Total Akciğer Kapasitesi

Maksimum eforla alınan nefes sonrası akciğerlerdeki toplam hava miktarıdır. Vital kapasite ve rezidüel hacmin toplamına eşittir. Bir başka deyişle tüm akciğer hacimlerinin toplamıdır. Yaklaşık olarak 5800 ml kadardır (14).

FONKSİYONEL REZİDÜEL KAPASİTE

Total akciğer kapasitesinden inspiratuvar rezerv hacmin çıkarılması ile de ifade edilebilecek bu hacim, akciğer fonksiyonu için önemlidir. Tidal hacim solunumunun ekspirasyon kısmının sonunda; göğüs duvarının ekspansiyon olmasını sağlayacak kuvvet büyüklüğü ile akciğerin kollabe olmasına neden olacak kuvvet büyüklüğü birbirine yaklaşırlar. Bu nokta normal solunumun olduğu nokta olarak kabul edilir. Solunum fonksiyon testlerinin ölçümünde kullanılan spirometre ile rezidüel hacim ölçülemediğinden, fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) de ölçülemez; ancak *nitrojen washout*, helyum dilüsyon ve vücut pletismografisi gibi yöntemlerle ölçülebilir (17).

FRK birçok faktörden etkilenebilir (18):

- Vücut özellikleri; FRK ağırlıkla doğru orantılı olsa da obezitede azalmış göğüs duvarı kompliyansının bir sonucu olarak düşebilir. Büyük ve atletik insanlarda, küçük ve astenik insanlara göre daha fazladır.

- Cinsiyet; kadınlarda, diğer akciğer hacim ve kapasiteleri gibi erkeklere göre %20-30 daha azdır (14). Gebelik de FRK'yi azaltan bir durumdur.
- Pozisyon; ayakta durur pozisyondan supin veya prone pozisyona geçince azalır. Bu karın içi dokuların diyaframa doğru itilmesiyle, göğüs duvarı kompliyansının azalmasının sonucudur. 30 dereceden fazla baş aşağı pozisyonda daha fazla düşüş gözlenmemiştir. 20 derece baş yukarı pozisyon da oksijenasyonu iyileştirmektedir (19).
- Akciğer hastalıkları; restriktif akciğer hastalıkları, fibrozis, pnömokonyoz ve granülomatöz akciğer hastalıklarında azalır. Yaş artışıyla olduğu gibi kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) da FRK'yi artırır.
- Diyafram tonusu; normalde FRK'ye katkı yapar. Frenik sinir paralizisi durumunda bu etki kaybı belirgin hale gelir.

Oksijen, fizyolojik önemi büyük ancak vücutta depolanması çok zor bir gazdır. Vücuttaki oksijen depolarının çok az olduğu ve oksijen girişi kesilirse birkaç dakikadan fazla hayatta kalmak imkânsız olduğu için klinik açıdan önemi aşikardır. Kandaki oksijen miktarı, dinlenme durumundaki 3 dakikalık bir metabolizma için ancak yetebilir. Fonksiyonel rezidüel kapasite ise vücudun oksijen depoları arasında en önemlisidir. Başlıca oksijen depoları ve bu depoların oda havası ile %100 oksijen solurken içerdikleri oksijen miktarları Tablo 1'de gösterilmiştir (20).

Tablo 1. Vücut oksijen depoları ve oksijen içerikleri

	Hava (%21 O ₂) Solurken	%100 O ₂ Solurken
Doku sıvısı	50 ml	100 ml
Miyoglobin	200 ml	200 ml
Kan	850 ml	950 ml
Akciğerler (FRK)	450 ml	3000 ml

PREOKSİJENASYON

Genel anestezi indüksiyonu sırasında sırtüstü pozisyon, nöromuskuler bloker uygulanması ve anestezi ajanların doğrudan etkilerine bağlı olarak hipovekilasyon ve apne meydana gelir. Bu durum bahsi geçen etkenlere bağı olan FRK'deki azalma ile hızlı bir şekilde desatürasyona neden olabilir. Akciğerlerdeki FRK'yi belli bir oranda oksijen ile doldurma olan "preoksijenasyon" işlemi apneik bir hastada desatürasyon oluşmadan önce daha uzun bir süre sağlar. Bu uzamış "non-hipoksemik apne" süresi, anestezi uzmanına havayolunu güvence altına alırken geniş bir güvenlik aralığı sağlar (2).

Preoksijenasyonun Fizyolojisi

Bazal metabolizmadaki bir erişkinin, ideal vücut ağırlığında olduğunu varsayarsak yaklaşık oksijen tüketimi 3 ml/kg/dk veya 200 – 250 ml/dk kabul edilir. Apne sırasında yaklaşık 1500 ml olduğu kabul edilen vücuttaki oksijen depoları teorik olarak 5 ila 6 dk arasında hayatı idame ettirmeye yetecektir. Ancak FRK'deki oksijen içeriği ile SpO₂ 1-2 dk sonra %90'ın altına düşecektir. (21). Daha sonraki düşüşü ise hemoglobin oksijen disosiyasyon eğrisinin sigmoid yapısı gereğince her dakika %30 oranında, kararlı ve hızlı bir şekilde olacaktır (22).

Ekspirasyon havasında bulunan gaz karışımının içeriği şu şekildedir: %74 nitrojen (azot), %16 oksijen, %4 karbondioksit ve %6 su buharı (15,21). Sağlıklı bir erişkinde non-hipoksemik apne süresi, preoksijenasyon sırasında solutulan oksijen fraksiyonu ile değişkenlik göstermektedir. Bu süre yaklaşık olarak %100 oksijen ile 7 dk, %80 oksijen ile 5 dk, %60 oksijenle ise 3,5 dk olarak bulunmuştur (23). Bu süreler hastaların geriyatrik veya pediatrik yaş grubunda oluşu, obezite, gebelik gibi durumları ile değişkenlik gösterecektir.

Preoksijenasyonun Değerlendirilmesi

Yapılan bu işlemin değerlendirilmesi; hedef noktasına ne kadar ulaşabildiğinin gösterilmesi, yani etkinliği ve yapıma amacına ne kadar hizmet ettiği, yani verimliliği açısından iki şekildedir (12).

Etkinlik göstergesi olarak alveolar oksijen yüzdesindeki artma, alveolar nitrojen yüzdesindeki azalma ve kandaki parsiyel oksijen basıncındaki artma kullanılmaktadır (24–26). SpO₂ ile ölçülen değerlerin etkinlik göstergesi olarak kullanılması uygun değildir. Çünkü maksimum değeri olan %100'e akciğer tam olarak denitrojenize edilmeden çok önce ulaşabilir veya oda havasında zaten bu değerde olabilir. Preoksijenasyon ve denitrojenasyonun hedef noktaları; ETO₂'nin %90 ve üzerinde olması ile soluk sonu nitrojen değerinin (*End Tidal Nitrogen: ETN₂*) %5 ve altında olması tanımlanmıştır (24,25).

Verimliliği değerlendirmek için ise apne başlangıcından belirli bir SpO₂ düzeyine düşüşe kadar geçen süre dikkate alınmaktadır (27,28). Bu iki parametreyi etkileyen faktörler Tablo 2'de gösterilmiştir (29).

Tablo 2. Preoksijenasyonun etkinliğini ve verimliliğini etkileyen faktörler

Etkinlik;
- İnspire edilen oksijen konsantrasyonu
• Sızıntı varlığı.
• Kullanılan anestezi sistem
• Taze gaz akışı seviyesi
• Solutma yöntemi (tidal hacim, derin nefes vb.)
- Solutma süresi
- Alveolar ventilasyonun FRK'ye oranı
Verimlilik;
- Akciğerlerdeki oksijen hacmi
• Alveolar oksijen basıncı
• FRK
- Sistemik oksijen sunum ve ihtiyaç dengesi
• Arteriyel oksijen içeriği
• Kardiyak output
• Tüm vücut oksijen kullanımı

Preoksijenasyon Teknikleri

Anestezi indüksiyonundan sonra özellikle elle ventilasyonun istenmediği hızlı sıralı indüksiyon ve entübasyondan önce preoksijenasyon ayrılmaz bir bileşen haline gelmiştir. Geleneksel tekniklerin başında tidal hacimli solunum gelirken gelişen

teknoloji ve bilimsel veriler ışığında başka yöntemler de geliştirilmiştir. Bu yöntemler Tablo 3'te gösterilmektedir (29).

Tablo 3. Preoksijenasyon teknikleri

Tidal Hacimli Solunum;
- Geleneksel tidal hacimli solunum (3 – 5 dk)
- Bir vital kapasite nefesi ardından tidal hacimli solunum
Derin Nefes Alma;
- Tek vital kapasite nefesi
- 4 derin nefes
- 8 derin nefes
- Genişletilmiş derin nefes (12 -16 derin nefes)
- Bir vital kapasite nefesi ardından derin nefes
Noninvaziv Pozitif Basıncı Ventilasyon;
- Sürekli pozitif havayolu basıncı (<i>Continuous Positive Airway Pressure: CPAP</i>)
- İki seviyeli pozitif havayolu basıncı (<i>Bilevel Positive Airway Pressure: BiPAP</i>)
Yüksek Akışlı Nazal Kanül;
- 3 dk ağız kapalı olarak tidal hacimli solunum
Apne Süresini Uzatmak için Entübasyon Sırasında;
- Nazal oksijen
- Faringeal oksijen insuflasyonu

Tidal Hacimli Solunum

%100 oksijen ile 3 – 5 dk süresince uygulanan geleneksel tidal hacimli solunum (THS) etkili bir teknik olmaya devam etmektedir. Çeşitli anestezi solunum devreleri ve 5 ile 35 l/dk arasında değişen taze gaz akışları kullanılabilir (30,31). Taze gaz akışının 5'ten 10 l/dk'ye yükseltilmesi, sağlıklı kişilerde tidal hacimli solunum sırasında preoksijenasyonun etkinliğini artırmada çok az etkiye sahiptir (32). Ayrıca tidal hacimli solunum öncesi bir vital kapasite nefesi uygulanabilir.

Derin Nefes Alma Teknikleri

Alveolar denitrojenasyonun derin nefeslerle daha hızlı bir şekilde olacağı varsayımına dayanılarak 30 sn 4 derin nefes yöntemi (4 DN / 30 sn) geliştirilmiştir. Bu

yöntemle 3 dk THS yönteminin parsiyel arteriyel oksijen basıncı (PaO₂) değerleri bakımından benzer olduğu belirtilmiştir. Ancak apne sırasında 3 dk THS yönteminin özellikle gebe ve yaşlı hastalarda daha uzun süre kazandırdığı saptanmıştır (9,33). Ayrıca ETO₂ değerinin de %90 ve üzerine çıkamadığı belirlenmiştir (34). Bu yöntemi optimize etmek için derin nefes alma süresini 30 saniyeden; 1dk, 1,5 dk ve 2 dk'ye uzatma (sırasıyla 8 DN, 12 DN ve 16 DN) ve yüksek taze gaz akışı (≥ 10 l/dk) ile solutma gibi manevralar geliştirilmiştir (33,35). 8 DN / 1 dk ile yapılan preoksijenasyonun, 4 DN / 30 sn veya 3 dk THS'ye göre daha uzun non-hipoksemik apne süresi sağladığı; bunun parsiyel arteriyel karbondioksit (PaCO₂) basıncının hiperventilasyon ile düşmesinin oksijen hemoglobin disosiyasyon eğrisinin sola kaymasına bağlı olabileceği bildirilmiştir (12,13).

Herhangi bir yöntem uygulamadan önce maksimum ekshalasyon yaptırılması da önerilmiştir (10). Ancak bu metot THS'nin ilk dakikasında ETO₂'de hafif bir artış sağlasa da DN'den önce kullanıldığında ek bir fayda sağlamaz (11).

Noninvaziv Pozitif Basıncılı Ventilasyon

Obez, gebe, yaşlı veya ek hastalığı olanlarda geleneksel preoksijenasyon yöntemlerinin etkinliği azalabilmektedir. Yapılan çalışmalarda bu hasta grupları başta olmak üzere %100 oksijeni noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon (NIPBV), ters Trendelenburg pozisyonu ve PEEP kombinasyonları ile uygulamanın preoksijenasyon etkinliğini artırdığı vurgulanmaktadır (21,36). Obez hastalarda 6 cmH₂O PEEP ve 8 cmH₂O basınç desteği ile uygulanan NIPBV, ETO₂ seviyesini %90 ve üzerine daha hızlı ve daha eksiksiz olarak çıkararak preoksijenasyonun başarısını artırmaktadır (37). Yetişkinlerde yine 6 cmH₂O PEEP ile uygulanan CPAP da non-hipoksemik apne süresini yaklaşık olarak 2 dk kadar uzatmaktadır (38).

Yüksek Akışlı Nazal Kanül

Isıtılmış ve nemlendirilmiş, yüksek akışlı (15 – 70 l/dk) oksijeni burundan solumayı sağlayan yüksek akışlı nazal kanül (*High Flow Nasal Cannula*: HFNC) ilk olarak 2015 yılında hayatımıza girmiştir (39). Aralık 2019'da Çin'in Wuhan kentinde başlayan ve akut respiratuvar distres sendromuna neden olan koronavirüs-19 hastalığı (COVID-19) pandemisinde günlük pratiğimizde daha çok yer almaya başlamış,

kullanım alanı artmıştır (40). Etkinliğini daha iyi gösterebilmesi için ağzın kapalı olup burundan nefes almayı gerektiren bu yöntemde 60 l/dk akış ile 3 dk preoksijenasyonun, 10 l/dk taze gaz akışı ile 3 dk THS ile yapılan preoksijenasyon kadar etkili olduğu gösterilmiştir (39).

Baş Yukarı Pozisyon

Sırt üstü pozisyon derin nefes almayı engelleme, atelektazi ve FRK'de azalmaya neden olur. Baş 20-25° yukarı kaldırmak hem obez hem de obez olmayan hastalarda preoksijenasyonun etkinliğini artırır, non-hipoksemik apne süresini uzatır (41,42). Ayrıca bu pozisyonun laringoskopi sırasında laringeal görüntüyü iyileştirdiğinden de bahsedilmektedir (41).

Özellikli Hasta Gruplarında Preoksijenasyon

Gebeler

Gebeliğin 20. haftasından sonra FRK, gebe olmayan kadına göre %20 azalırken oksijen tüketimi %30-40 oranında artmaktadır. Bu nedenle gelişebilecek olan hipoksemi gebelikle ilişkili havayolu değişiklikleri ile birlikte daha da şiddetli ve hızlı olacaktır (22,43). Ayrıca halka sistemi kullanılarak yapılan preoksijenasyonda 10 l/dk veya daha fazla taze gaz akışı gerekecektir (44). Tüm yöntemler kullanılabilirlikle beraber 30 saniyede 4 DN tekniği sadece acil durumlarda kullanılmalıdır. Yapılan çalışmalar gebelerde 2 dakikalık bir preoksijenasyon süresinin yeterli olduğunu göstermektedir (33).

Supin pozisyonda non-hipoksemik apne süresi gebe olmayan kadınlarda daha yüksektir. 45° baş yukarı pozisyon gebe olmayan kadınlarda bu süreyi uzatırken, gebe kadınlarda süre üzerine bir etkisi yoktur (43).

Morbid Obezler

İndüksiyon sonrası apne sırasındaki SpO₂ düşme hızı morbid obezite (VKİ ≥40 kg/m²) ile artmaktadır (42). Bu azalmış FRK ve artmış oksijen tüketimi ile ilişkilendirilmiştir. Ek olarak anestezi indüksiyonu obez olmayan hastaların FRK'sini %20 azaltırken, obez hastaların FRK'sini %50'ye kadar azaltmaktadır.

Preoksijenasyondan sonra SpO₂'nin %90'a düşmesine kadar geçen süre, bir çalışmada, normal kilolu hastalar için 6 dk iken morbid obezitesi olan hastalar için 2,7 dk bulunmuştur (45). Ayrıca VKİ ile oksihemoglobin desatürasyon süresi arasında önemli bir negatif korelasyon olduğu da gösterilmiştir (46).

Morbid obez hastalarda genel anestezi indüksiyonu sonrasında non-hipoksemik apne periyodunu uzatmak ve entübasyon sonrası atelettazi miktarını azaltmak için 10 cmH₂O basınçla CPAP uygulanabilir (47,48).

25° baş yukarı pozisyonda preoksijenasyon da non-hipoksemik apne süresini %23 oranında uzatarak, entübasyon ve havayolu güvenliğini sağlamak için daha fazla zaman kazandırır (42). Henüz nihai sonuçları yayınlanmayan çok merkezli bir çalışmaya göre de 25° baş yukarı pozisyonun obez olmayan hastalarda dahi laringoskopi şartlarını iyileştirebileceği belirtilmektedir (49).

Pediyatrik Hastalar

Daha az FRK ve artmış oksijen tüketimleri ile çocuklar, erişkinlere göre daha hızlı desatüre olmaktadır. Çocuk ne kadar küçükse hipoksemi o kadar hızlı gelişmektedir (50). Bununla birlikte, çocuklarda yeterli preoksijenasyona erişkinlere göre daha hızlı ulaşılmaktadır (51). Yine yaş arttıkça etkili preoksijenasyon için gereken süre de artmaktadır (52).

Çocuklarda THS ile 2 dakikalık preoksijenasyon maksimum fayda sağlıyor gibi görünmekte ve en az 2 dakikalık güvenli apneye izin vermektedir (53)

Geriatrik Hastalar

Yaşlı hastalarda meydana gelen fizyolojik değişiklikler nedeniyle yeterli preoksijenasyon sağlanması için gereken süre yaşlı olmayan hastalara göre daha uzundur. %100 oksijenle 3 dakikalık THS tekniği 30 saniyede 4 DN tekniğine göre daha etkili olsa da (9), yaşlı hastalar (>65 yaş) için yeterli olmayabilir (54).

Kritik Hastalar

Sepsis, pnömoni, pulmoner ödem, akut solunum sıkıntısı sendromu ve travma gibi ileri havayolu yönetimi uygulanması gereken kritik hastalar oksijen desatürasyonu

ve hipoksemiye eğilimlidir. Bu da kalp durması, aritmi, anoksik beyin hasarı ve ölüm gibi katastrofik sonuçlara neden olur (55,56). Bu nedenle preoksijenasyon kritik hastalarda çok önemlidir.

Kritik hastalarda preoksijenasyon, denitrojenasyonun başlangıcından mekanik ventilasyonun başlangıcına kadar geçen süreci kapsamaktadır ve apne dönemini içerir. Maksimum ekshalasyon sonrası en az 3 dakika boyunca sıkı oturan bir yüz maskesi ile yüksek akışlı oksijen uygulanmalıdır ve kaçak varlığında nazal kanül eklenmelidir (56). Alveolo-arteriyel oksijen gradiyenti yüksek olan hastalarda non-invaziv mekanik ventilasyon ile alveolar rekrutment en az 3 dakika boyunca yapılmalıdır. Ayrıca HFNC'nin de faydalı olabileceği güncel çalışmalarda belirtilmektedir (57). Apneik oksijenasyonun etkinliği, denitrojenasyonun yeterliliğine, alveolo-arteriyel gradiyente ve şant derecesine bağlıdır. 40-60 l/dk kapasite ile gerçekleştirilen HFNC uygulaması yetersiz gelirse ek olarak 15 l/dk'dan fazla akışlı nazal kanül uygulaması da eklenebilir. Nazal maske ile non-invaziv mekanik ventilasyon, ağız kapalıyken benzer oksijen akışlarını ve PEEP ilavesini sağlayabilir (56).

Preoksijenasyonun Komplikasyonları

Özofagus Entübasyonunun Gecikmiş Tanısı

Preoksijenasyon, hipoksemi oluşmadan önceki süreyi uzattığı için SpO₂ gösterge olarak kullanılırsa, fark edilmeyen özofagus entübasyonunda oluşacak şiddetli hipoksemi öncesi dakikalar geçebilir. Endotrakeal tüp yerleşimini doğrulamak için izlenmesi gereken parametre ETCO₂'dir (58).

Absorbsiyon Atelektazisi

Preoksijenasyonun en yaygın yan etkisi absorbsiyon atelektazisi olup, genel anestezi uygulanan sağlıklı bireylerin %75-90'ında görülür (59,60). Anestezi sırasında 2 mekanizma ile gelişir: FRK'nin azalması ve kompresyon atelektazisi.

Preoksijenasyon sırasında az çözünür azotun daha çok çözünen oksijen ile hızlı bir şekilde yer değiştirmesi ile alveollerden kana hızlı bir gaz geçişi olur. Bu gaz geçişi tek başına atelektaziye neden olmaz. Ancak yukarıdaki iki mekanizmadan biri ile havayolunda kapanma meydana gelirse absorbsiyon atelektazisi meydana gelir (61).

Solunan havadaki FiO_2 yüzdesini azaltmak ve rekrutment manevraları yapmak absorpsiyon atelektazini önlemek için önerilen metotlardır. FiO_2 oranı 0,6-0,8-1,0 olduğunda atelektazi yüzdesi de sırasıyla 0,3-1,3-5,6 olmaktadır (23). Ancak FiO_2 oranını düşürmek non-hipoksemik apne süresinin de kısalmasına neden olacaktır. Genel anestezi sonlandırılırken solutulan FiO_2 oranı da yine benzer etkilere neden olmaktadır.

CPAP, PEEP veya vital kapasite solunumu gibi diğer rekrutment manevraları veya bunların kombinasyonu meydana gelen atelektaziyi basit bir şekilde giderir (62). Yapılan bir çalışmaya göre alveollerin açılması 40 cmH₂O havayolu basıncı uygulamasının 7-8. saniyesinde gerçekleşmiştir (63). Bu manevra klasik olarak, trakeal entübasyondan hemen sonra ve trakeal ekstübasyondan hemen önce yapılmalıdır.

Reaktif Oksijen Radikallerinin Üretimi

%100 oksijenin uzun süre kullanımı, reaktif oksijen radikallerinin üretilmesine neden olabilir. Bu durum teorik olarak pulmoner ödem, akut solunum sıkıntısı sendromu, retina dekolmanı ve nöbetlerle sonuçlanabilir (64). Ancak akciğer hasarı belirtileri 12 saat süren yüksek oksijen konsantrasyonu ile soluma sonrası gerçekleşir. Klinik olarak bu süre, reaktif oksijen radikalleri üretimini preoksijenasyon için gerçek bir risk kabul etmek için oldukça uzundur.

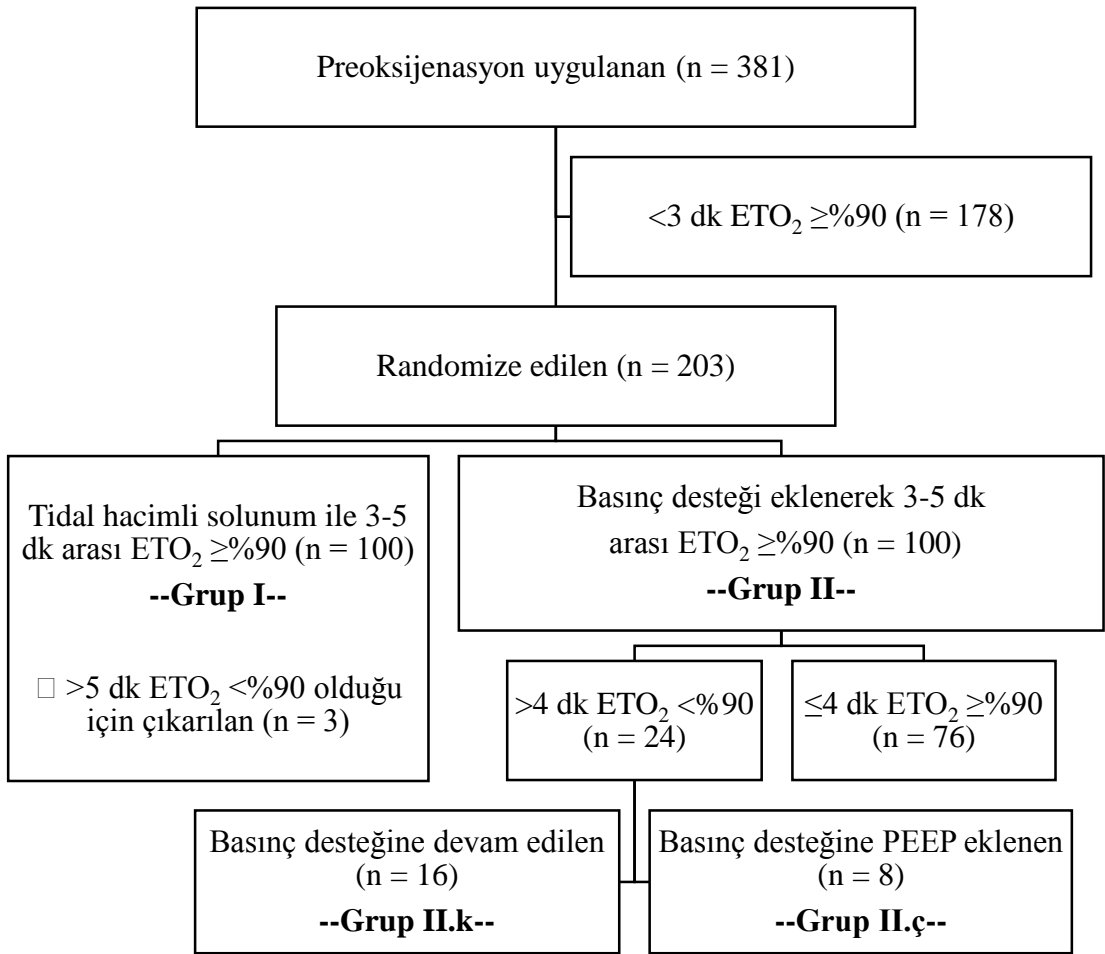
Kardiyovasküler Yanıtlar

Sağlıklı erkeklerde %100 oksijen; kalp debisinde düşüş, ılımlı bir bradikardi, sistemik vasküler rezistans ve arteriyel kan basıncında artışa neden olabilir (65). Normal koroner artere sahip hastalarda hiperoksi, koroner kan akımını azaltır (koroner vazokonstrüksiyon) ve kardiyak oksijen tüketimini düşürür (66). Ağır koroner arter hastalığı olanlarda dikkat edilmelidir.

Ayrıca hiperoksinin serebral vazokonstrüksiyon, serebral oksijen tüketiminde %20 azalma ve nöral aktivitenin de yavaşlamasına neden olduğu gösterilmiştir (67).

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; Pamukkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 18.02.2020 tarih ve 04. kurul toplantısının 60116787-020/15624 sayılı onayı ile Pamukkale Üniversitesi Hastanesi ameliyathanelerinde elektif ameliyatlara için genel anestezi planlanmış; 18-65 yaşları arasında, ASA 1-2 fiziksel durumundaki 200 hasta üzerinde, bilgilendirilmiş yazılı izinleri alınarak gerçekleştirildi.



Şekil 2. Çalışmanın akış şeması

Hemodinamik olarak stabil olmayan, preoperatif durumunda oksijen desteği gereken, göğüs cerrahisi tarafından opere edilecek, kafa veya göz içi basınç artışı gibi pozitif basınçlı ventilasyonun dolaylı olarak zararlı olabileceği durumlara sahip, VKİ $\geq 35 \text{ kg/m}^2$, gebe, acil cerrahi işlem geçirecek ve maske ventilasyonunda kaçağa neden olabileceğinden sakallı erkek hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Demografik verileri kaydedilen hastalar premedikasyon uygulanmaksızın ameliyat salonuna alındıktan sonra supin pozisyonda yatırıldı. Standart monitörizasyon sağlanarak; invaziv olmayan sistolik (SAB) ve diyastolik (DAB) arteriyel kan basınçları, kalp atım hızı (KAH) ve periferik oksijen satürasyonu (SpO₂) değerleri kaydedildi.

Anestezi cihazı için önerilen denetimler yapıldı. Solunum devresi makineden hastaya doğru sırasıyla; halka sistem, Y konektör, dirsek parçası, ısı ve nem tutucu antibakteriyel/antiviral filtre ve hastanın yüz yapısına uygun olan tekrar kullanılabilir silikon oronazal yüz maskesi, bağlantıları sağlanarak, hazırlandı. Hastanın inspire ve ekspire ettiği gazdaki oksijen ve karbondioksit yüzdelerini değerlendirmek için gaz analiz hattı, halka sistemindeki Y konektörün dirseğine bağlandı. Analiz edilecek gazın, anestezi cihazının kalibre edilmiş gaz analiz modülüne ulaşması sağlandı.

Anestezi makinesinin mekanik ventilasyon modu -çalışma hastalarında kullanılmak üzere- spontan solunumu koruyucu basınç destekli ventilasyon (*Pressure Supported Ventilation-Protect: PSVPro*) moduna alındı. Bu modda basınç desteği 6 cmH₂O ve soluk sonu pozitif basınç değeri kapalı olarak ayarlandı. Ayarlanabilir basınç sınırlayıcı valf, dirençsiz spontan solunumu sağlamak için sonuna kadar açıldı. Balon-ventilatör seçme anahtarı balon-maske tarafına çevrildi.

Tüm hastalara, oksijen vermek için ağız ve burunlarını tam kapatacak biçimde, yüzüne bir maskenin temas edeceği, tedirgin etmeyecek şekilde söylendi. Farkında olmadıkları spontan solunumlarını kontrol etmelerine ve bu nedenle derin nefes almalarına neden olmamak için nefes alışverişleriyle ilgili bir ifade kullanılmadı. Hastanın yaş-vücut ağırlığına göre ayarlar yapıldıktan sonra taze gaz akışı %100 oksijen olacak şekilde, 12 l/dk olarak başlatıldı. Sistem içindeki oda havası ile kontamine gazın temizlenmesi için oksijen baypas valfi (*flush*) aktive edilerek devre

30 saniye yıkandı. Devrenin ucundaki maske hastanın yüzüne kaçak olmayacak şekilde oturtuldu. ETO₂ ve ETCO₂ değerleri 30 saniye aralıklarla kaydedildi. 3 dakika sonunda ETO₂ değeri %90 ve üzerine ulaşamayan hastalar bilgisayarda oluşturulmuş tabloya göre rastgele iki gruba ayrıldı.

Kontrol grubundaki hastalar (Grup I) tidal hacimli solunum yöntemine müdahalede bulunulmaksızın takip edilerek preoksijenasyon işlemi başarılı olduğunda (ETO₂ ≥%90) kaydedildi. 5 dakika sonunda ETO₂ değeri hala ≥%90 ulaşamadıysa, yetersiz preoksijenasyon olarak kabul edildi.

Çalışma grubundaki hastalara (Grup II) 3. dk sonunda taze gaz akışının daha basınçlı geleceği konusunda ek bilgilendirme yapılarak anestezi cihazının balon-ventilatör seçme anahtarı ventilatör tarafına çevrildi. Böylece önceden hazırlanmış 6 cmH₂O basınç desteği eklenmiş oldu. 4 dakika sonunda ETO₂ değeri hala ≥%90 ulaşamadıysa, hastalar tekrar rastgele iki gruba ayrıldı.

Grup II'nin kontrol grubundaki (Grup II.k) hastalara ek müdahalede bulunulmadı. 6 cmH₂O basınç desteği ile takip edilmeye devam edildi. Preoksijenasyon işlemi başarılı olduğunda (ETO₂ ≥%90) kaydedildi. 5 dakika sonunda ETO₂ değeri hala ≥%90 ulaşamadıysa, yetersiz preoksijenasyon olarak kabul edildi.

Grup II'nin çalışma grubundaki (Grup II.ç) hastalara 6 cmH₂O basınç desteğine ek olarak 4 cmH₂O soluk sonu pozitif basınç desteği de eklendi. Aynı şekilde preoksijenasyon işlemi başarılı olduğunda (ETO₂ ≥%90) kaydedildi. 5 dakika sonunda ETO₂ değeri hala ≥%90 ulaşamadıysa, yetersiz preoksijenasyon olarak kabul edildi.

Preoksijenasyon işlemi başarılı olduğunda, hastanın invaziv olmayan sistolik ve diyastolik arteriyel kan basınçları, kalp atım hızı ve periferik oksijen satürasyonu değerleri tekrar kaydedildi. Hastanın süreç boyunca varsa rahatsızlık hissi, gastrik distansiyonu, semptomatik reflüsü veya geçirmesi not edildi.

Verilerin İstatistiksel Analizi

Referans olarak, yapacağımız çalışmaya benzer bir çalışmadan (68) elde edilen bilgiler doğrultusunda yapılan güç analizinde; başarısızlık görülme oranlarınının 200.

saniyede, tidal hacimli solunum ile %46,9 (23/49) ve pozitif basınç destekli solunum ile %29,8 (14/47) olabileceği kabul edildiğinde, çalışmaya en az 198 kişi (her grup için en az 99 kişi) alınması ile %95 güven düzeyinde %80 güç elde edilebileceği hesaplandı.

Veriler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences: Sosyal Bilimler için İstatistik Programı) 25.0 (IBM SPSS Statistics 25 software; Armonk, NY: IBM Corp.) paket programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama \pm standart sapma ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verildi. İlgili analizlere geçilmeden önce her bir sürekli değişken bazında Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk istatistik değerlerinin kıyaslanması, çarpıklık basıklık değerleri ve q-q plot grafiklerinin yorumlanması ile normallik varsayım koşulları kontrol edildi. Bu işlemler sonucunda verilerin normal dağılım göstermesi durumunda parametrik testler kullanıldı. Bağımsız iki grup arasındaki fark, bağımsız örneklem t-testi; bağımlı gruplar arasındaki fark ise bağımlı örneklem t-testi ile analize konu edildi. Normallik koşullarının sağlanamaması durumunda parametrik olmayan testlerden, bağımsız iki grup arasındaki fark Mann-Whitney U; bağımlı gruplar arasındaki fark ise Wilcoxon işaretli sıralar testi ile incelendi. Kategorik değişkenler arasındaki fark Ki-Kare analizi ile incelendi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya Grup I ve Grup II için yüzer hasta olmak üzere toplam 200 hasta dahil edildi. Çalışmada yer alan hastaların yaş ortalaması Grup I'de $45,53 \pm 14,02$ yıl iken Grup II'de $45,08 \pm 14,64$ yıl; vücut ağırlıkları Grup I'de $74,50 \pm 12,47$ kg iken Grup II'de $76,65 \pm 14,42$ kg; boyları Grup I'de $169,49 \pm 9,71$ cm iken Grup II'de $171,75 \pm 9,52$ cm; VKİ'leri Grup I'de $25,91 \pm 3,76$ kg/m² iken Grup II'de $25,96 \pm 4,29$ kg/m² olarak saptandı. Grup I'deki hastaların %70'i ASA 1, %30'u ASA 2 iken, Grup II'deki hastaların %57'si ASA 1, %43'ü ASA 2 fiziksel durumunda idi. Bu demografik veriler bakımından gruplar benzerdi ($p > 0,05$) (Tablo 4).

Grup I'de %47 kadın, %53 erkek iken Grup II'de %29 kadın, %71 erkek olarak saptandı. Gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görüldü ($p < 0,05$) (Tablo 4).

Tablo 4. Demografik veriler (Ort±SS)

	Grup I (n = 100)	Grup II (n = 100)	p
Yaş (yıl)	43,53±14,02	45,08±14,64	0,445
Vücut Ağırlığı (kg)	74,50±12,47	76,65±14,42	0,261
Boy (cm)	169,49±9,71	171,75±9,52	0,098
VKİ (kg/m ²)	25,91±3,76	25,96±4,29	0,919
ASA 1	70 (%70)	57 (%57)	0,078
2	30 (%30)	43 (%43)	
Cinsiyet K	47 (%47)	29 (%29)	0,013
E	53 (%53)	71 (%71)	

Tablo 5. Branş dağılımı (n) (%)

	Grup I (n = 100)	Grup II (n = 100)	Toplam (n = 200)	p
Genel Cerrahi	20 (%20)	17 (%17)	37 (%18,5)	0,001
Göz	2 (%2)	5 (%5)	7 (%3,5)	
Kulak Burun Boğaz	15 (%15)	8 (%8)	23 (%11,5)	
Kadın Hastalıkları	3 (%3)	1 (%1)	4 (%2)	
Nöroşirurji	2 (%2)	10 (%10)	12 (%6)	
Ortopedi	5 (%5)	13 (%13)	18 (%9)	
Plastik Cerrahi	12 (%12)	1 (%1)	13 (%6,5)	
Psikiyatri (EKT*)	4 (%4)	0 (%0)	4 (%2)	
Üroloji	37 (%37)	45 (%45)	82 (%41)	

*EKT: elektrokonvülsif terapi

Hastaların işleme alındıkları branş dağılımına bakınca, bu dağılımda gruplara göre anlamlı bir farklılık olduğu görüldü ($p \leq 0,001$) (Tablo 5).

Eşlik eden sistemik hastalığı olan hastaların gruplara göre dağılımları Tablo 6'da verildi. Gruplar arasında eşlik eden hastalıklar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmedi ($p > 0,05$) (Tablo 6).

Tablo 6. Eşlik eden sistemik hastalıklar (n) (%)

	Grup I	Grup II	Toplam (%)	p
Diyabetes Mellitus (DM)	6 (%18,2)	4 (%10,0)	10 (%13,7)	0,131
Hipertansiyon (HT)	5 (%15,2)	16 (%40,0)	21 (%28,8)	
Tiroit fonksiyon bozukluğu	3 (%9,1)	2 (%5,0)	5 (%6,8)	
Malignite	12 (%36,4)	8 (%20,0)	20 (%27,4)	
2 ve üzeri eşlik eden hastalık	7 (%21,2)	10 (%25,0)	17 (%23,3)	
Toplam	33 (%100)	40 (%100)	73 (%100)	

Horlama öyküsü ve sigara içme durumunun olması gruplar arasında anlamlı bir farklılık yaratmadı ($p > 0,05$). Diş kaybı olan hastalar açısından ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görüldü ($p < 0,005$) (Tablo 7).

Tablo 7. Özellikli durumlar (n) (%)

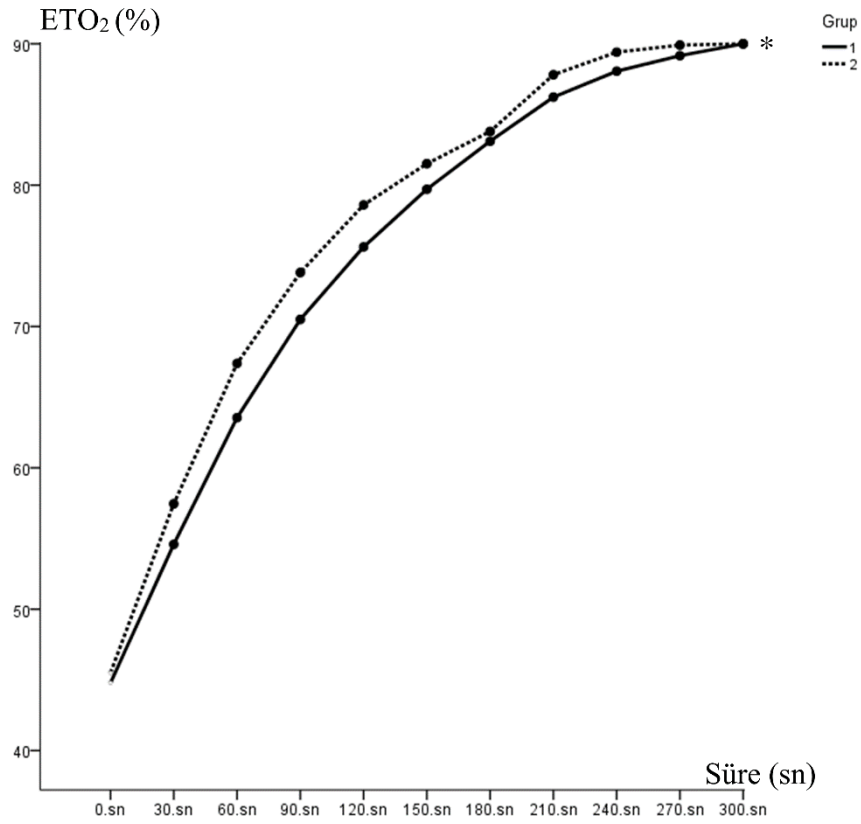
	Grup I (n = 100)	Grup II (n = 100)	p
Horlama öyküsü (var / yok)	13 / 87 (%13)	17 / 83 (%17)	0,553
Diş kaybı (var / yok)	8 / 92 (%8)	25 / 75 (%25)	0,002
Sigara içme (var / yok)	18 / 82 (%18)	30 / 70 (%30)	0,068

Gruplar bazında sistolik kan basıncı, diyastolik kan basıncı ve kalp atım hızı değerlerinin preoksijenasyon işlemi öncesindeki ve sonrasındaki ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0,05$). Diğer yandan hastaların preoksijenasyon işlemi öncesi ve sonrası SpO₂ değerleri arasındaki fark, her iki grupta da kendi içinde istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (Tablo 8).

Tablo 8. Vital değerler (Ort±SS)

	Grup I			Grup II		
	İşlem öncesi	İşlem sonrası	p	İşlem öncesi	İşlem sonrası	p
SKB (mmHg)	133,50±20,29	131,79±20,97	0,194	140,52±22,25	139,70±22,37	0,524
DKB (mmHg)	76,59±11,11	76,18±11,83	0,605	79,71±12,97	80,13±13,55	0,641
KAH (atım/dk)	81,34±12,84	81,39±13,93	0,953	77,03±12,48	76,10±12,95	0,216
SpO₂ (%)	98,87±1,14	99,89±0,37	0,000	97,99±1,82	99,88±0,38	0,000

SKB: Sistolik Kan Basıncı, DKB: Diyastolik Kan Basıncı, KAH: Kalp Atım Hızı, SpO₂: Periferik Oksijen Satürasyonu



* $p=0,000$

Şekil 3. ETO₂ seyri

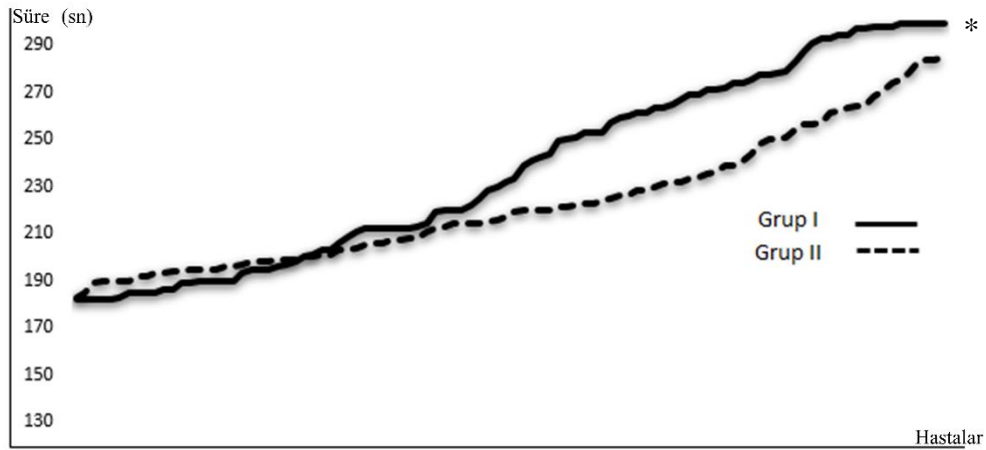
Grup I ve Grup II'deki hastaların 300 saniye boyunca (x eksen), 30 saniyede bir ölçülen ETO₂ değerlerinin (y eksen) çizgi grafiği Şekil 3'te gösterildi. Grup II'deki hastaların ETO₂ değerlerinin Grup I'deki hastalara göre daha yüksek düzeyde olduğu saptandı ($p < 0,001$) (Şekil 3).

Çalışmamızdaki hastaların yeterli preoksijenasyona ulaşma süresi Grup I'de ortalama $237,17 \pm 40,31$ sn olarak bulunurken, Grup II'de ortalama $222,63 \pm 27,24$ sn olarak bulundu. Bu fark istatistiksel bakımdan anlamlı olarak değerlendirildi ($p < 0,005$) (Tablo 9).

Tablo 9. Başarılı preoksijenasyon süreleri (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	100	100	
ETO ₂ ≥ %90	$237,17 \pm 40,31$ sn	$222,63 \pm 27,24$ sn	0,003

Grup I ve Grup II'deki hastaların (x eksen) ETO₂ değerlerinin %90 ve üzerine ulaşma sürelerinin (y eksen) dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir. Grup II'deki hastaların daha erken zamanlarda yoğun dağılım gösterdiği görülmektedir ($p < 0,005$) (Şekil 4).



* $p=0,003$

Şekil 4. ETO₂ ≥ %90 anındaki sürelerin dağılımı

180. sn'de eklenen 6 cmH₂O PSV ile 240. sn'den sonra da devam edilen Grup II.k'de yeterli preoksijenasyon için gereken süre $268,94 \pm 12,24$ sn bulunurken, 240. sn'de 4 cmH₂O PEEP eklendiğinde bulunan süre $252,38 \pm 7,46$ sn idi ($p < 0,005$) (Tablo 10).

Tablo 10. Alt gruplar ve süre (Ort±SS) (sn)

	Grup II.k	Grup II.ç	p
Hasta sayısı	16	8	
ETO ₂ ≥ %90	$268,94 \pm 12,24$ sn	$252,38 \pm 7,46$ sn	0,002

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup I'deki kadın ve erkekler arasında anlamlı bir fark saptandı ($p < 0,01$) (Tablo 11).

Tablo 11. Grup I'de cinsiyet (Ort±SS) (sn)

	Grup I -Kadın	Grup I -Erkek	p
Hasta sayısı	47	53	0,009
ETO ₂ ≥%90	226,04±37,30 sn	247,04±40,64 sn	

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup II'deki kadın ve erkekler arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 12).

Tablo 12. Grup II'de cinsiyet (Ort±SS) (sn)

	Grup II -Kadın	Grup II -Erkek	p
Hasta sayısı	29	71	0,148
ETO ₂ ≥%90	216,49±23,01 sn	225,16±28,56 sn	

Gruplar arasında kadın ve erkeklerin başarılı preoksijenasyona ulaşma süreleri incelendi. Kadınların gruplar arasındaki başarılı preoksijenasyon sürelerinde anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 13).

Tablo 13. Kadınlar (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	47	29	0,170
ETO ₂ ≥%90	226,04±37,30	216,45±23,01	

Erkeklerin gruplar arasındaki başarılı preoksijenasyon sürelerinde ise anlamlı bir fark bulundu ($p \leq 0,001$) (Tablo 14).

Tablo 14. Erkekler (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	53	71	0,001
ETO ₂ ≥%90	247,04±40,64	225,16±28,56	

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup I'deki sigara içen ve içmeyen hastalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 15).

Tablo 15. Grup I'de sigara (Ort±SS) (sn)

	Grup I -Sigara içen	Grup I -Sigara içmeyen	p
Hasta sayısı	18	82	
ETO ₂ ≥%90	241,89±44,17 sn	236,13±39,62 sn	0,586

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup II'deki sigara içen ve içmeyen hastalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 16).

Tablo 16. Grup II'de sigara (Ort±SS) (sn)

	Grup II -Sigara içen	Grup II -Sigara içmeyen	p
Hasta sayısı	30	70	
ETO ₂ ≥%90	224,80±31,99 sn	221,70±25,13 sn	0,605

Gruplar arasında sigara içme öyküsü olan bireyler arasındaki fark anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) (Tablo 17).

Tablo 17. Sigara içenler (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	18	30	
ETO ₂ ≥%90	241,89±44,17	224,80±31,99	0,163

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup I'deki HT'si olan 5 hasta ve olmayan 95 hasta arasında anlamlı bir fark bulundu ($p < 0,001$) (Tablo 18).

Tablo 18. Grup I'deki HT hastaları (Ort±SS) (sn)

	Grup I -HT'si olan	Grup I -HT'si olmayan	p
Hasta sayısı	5	95	
ETO ₂ ≥%90	287,00±13,49 sn	234,55±39,55 sn	0,000

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup II'deki HT'si olan ve olmayan hastalar arasında anlamlı bir fark saptandı ($p < 0,05$) (Tablo 19).

Tablo 19. Grup II'deki HT hastaları (Ort±SS) (sn)

	Grup II -HT'si olan	Grup II -HT'si olmayan	p
Hasta sayısı	16	84	
ETO ₂ ≥%90	238,44±32,73 sn	219,62±25,18 sn	0,042

Eşlik eden hastalık olarak sadece hipertansiyonu olan hastalar incelendiğinde başarılı preoksijenasyon sürelerinde gruplar arası anlamlı bir farklılık saptandı ($p < 0,001$) (Tablo 20).

Tablo 20. HT hastaları (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	5	16	
ETO ₂ ≥%90	287,00±13,49	238,44±32,73	0,000

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup I'deki horlama öyküsü olan ve olmayan hastalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 21).

Tablo 21. Grup I'de horlama (Ort±SS) (sn)

	Grup I -Horlayan	Grup I -Horlamayan	p
Hasta sayısı	13	87	
ETO ₂ ≥%90	223,69±32,88 sn	239,18±41,08 sn	0,143

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup II'deki horlama öyküsü olan ve olmayan hastalar arasında anlamlı bir fark bulundu ($p < 0,05$) (Tablo 22).

Tablo 22. Grup II'de horlama (Ort±SS) (sn)

	Grup II -Horlayan	Grup II -Horlamayan	p
Hasta sayısı	17	83	
ETO ₂ ≥%90	234,71±29,54 sn	220,16±26,25 sn	0,044

Horlama öyküsü olan hastalar arasındaki fark gruplar arasında incelendiğinde, başarılı preoksijenasyon için gereken sürelerin ölçümlenen ortalama değerlerinin birbirine oldukça yakın olması nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 23).

Tablo 23. Horlaması olanlar (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	13	17	
ETO₂≥%90	223,69±32,88	234,71±29,54	0,343

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup I'deki VKİ ≥ 30 olan ve olmayan hastalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 24).

Tablo 24. Grup I ve VKİ (Ort±SS) (sn)

	Grup I -VKİ <30	Grup I -VKİ ≥ 30	p
Hasta sayısı	85	15	
ETO₂≥%90	237,33±40,47 sn	236,27±40,73 sn	0,926

Başarılı preoksijenasyon süreleri yönünden Grup II'deki VKİ ≥ 30 olan ve olmayan hastalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 25).

Tablo 25. Grup II ve VKİ (Ort±SS) (sn)

	Grup II -VKİ <30	Grup II -VKİ ≥ 30	p
Hasta sayısı	83	17	
ETO₂≥%90	221,69±26,08 sn	227,26±32,85 sn	0,447

Vücut kitle indeksi 30 ve üzeri olan hastalar arasındaki fark gruplar arasında incelendiğinde, ölçümlenen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0,05$) (Tablo 26).

Tablo 26. VKİ ≥ 30 olanlar (Ort±SS) (sn)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	15	18	
ETO₂≥%90	236,27±40,73	229,28±33,03	0,590

ETO₂ ≥90 olduğu andaki ortalama ETCO₂ seviyelerinin gruplar arasında birbirine çok yakın olduğu, bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptandı (p >0,05) (Tablo 27).

Tablo 27. ETCO₂ (Ort±SS) (mmHg)

	Grup I	Grup II	p
Hasta sayısı	100	100	
ETCO₂ (mmHg)	36,70±2,43	36,67±2,55	0,932

Çalışma boyunca not ettiğimiz istenmeyen etkiler nadir olduğu için istatistiksel olarak değerlendirmeye alınmadı, sayı ve yüzde olarak belirtildi (Tablo 28).

Tablo 28. İstenmeyen etkiler (n) (%)

	Grup I (n = 100)	Grup II (n = 100)
Rahatsızlık hissi	1 (%1)	2 (%2)
Epigastik şişkinlik	-	1 (%1)
Semptomatik reflü	-	-
Geğirme	-	-

TARTIŞMA

Anestezi pratiğinde havayolu güvenliğini sağlamak anesteziistin birincil ve hayati sorumluluğudur. Anestezinin komponentlerinden olan kas gevşemesi ve arefleksi çeşitli anestezi ve nöromusküler bloker ilaçların katkısıyla sağlanır. Bu yüksek riskli ilaçların solunum depresan etkisi meydana geldiğinde; belli bir süre sonra kandaki PaO₂ ve onun periferik yansıması olan SpO₂ değeri düşmeye başlar. SpO₂ yaşamsal değerlerin altına düşmeden hastaya müdahale etmek ve akciğerleri havalandırarak bu değerlerin hayati eşiğin üstünde kalmasını sağlamak gerekir.

Hastanın spontan solunumu baskılandığı andan hipokseminin meydana geldiği ana kadar olan süre, non-hipoksemik apne süresi olarak tanımlanır (2). Bu süre anestezi gerektiren manevraları yapma, havayolunu güvence altına alma, akciğerleri tekrar havalandırma gibi eylemler için olanak sağlar. Bu eylemlerde karşılaşılabilecek herhangi bir aksaklığa karşı non-hipoksemik apne süresini uzatarak hastayı ve kendini güvenceye almak bir anestezi için oldukça akılcı bir yaklaşımdır.

Hastaya girişim öncesi %100 oksijen solutularak fonksiyonel rezidüel kapasitedeki nitrojeni oksijenle yer değiştirme işlemi olan preoksijenasyon, non-hipoksemik apne süresini uzatmaya yaradığı bilinen ve tanımlandığı 1955 yılından (6) bugüne uygulanması önerilen bir yöntem halinde gelmiştir. Günümüzde hem hasta odaklı hem de medikolegal açıdan daha da önem kazanan güvenli anestezi uygulamaları kapsamındaki preoksijenasyon işlemi, ihmal edilemez bir gereklilik olarak değerlendirilmelidir.

Berry ve Myles'in (24) yaptığı çalışmada preoksijenasyon işleminin yeterliliğini göstermek için ETO₂ değerinin %90 ve üzerine çıkarılması gerektiği belirtilmiştir. Biz de çalışmamızda preoksijenasyon işleminin başarısını ve yeterliliğini göstermek için ETO₂ değerini monitörize ettik. Başarılı preoksijenasyon için eşik değer olarak da %90'ı kabul ettik.

Yeterli preoksijenasyon sağlamak için, süreç içinde, çeşitli teknikler geliştirilmiştir (Bkz. Tablo 3). Başarılı preoksijenasyon için gereken süreyi kısaltmak ve işlemin yetersizliğini ortadan kaldırmak için pozitif basınç desteği sağlamak

uygulanabilir bir yöntem olarak bu teknikler arasındaki yerini almıştır. Hastalara yüz maskesi ile preoksijenasyon uygulamanın rahatsızlık hissine; bu işlemde NIPBV kullanmanın da gastrik distansiyona neden olacağına dair çekinceler mevcuttur (37,69,70). Delay ve ark. yaptıkları çalışmada NIPBV'nin bulantı, kusma veya gastrik içeriğin regürjitasyonuna neden olacak kadar bariz bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir (37). Biz de çalışmamızda Grup I'de 1, Grup II'de 2 olmak üzere; yalnız 3 hastanın tolere edebildikleri düzeyde rahatsızlık hissettiğini ve Grup II'deki 1 hastanın ise minimal epigastrik şişkinliğinin oluştuğunu, semptomatik reflü ve geçirmenin ise hiç oluşmadığını gözlemledik. Hastaların hissettiği bu rahatsızlıklar, preoksijenasyon işlemin kesilmesine neden olacak düzeye hiçbir zaman ulaşmadı. Hastalara basit ve anlaşılır bir dille, yapılacak uygulama açıklandığında maske uygulaması ile yaşayacakları panik duygusunun azaldığını, 'nefes alamıyorum' hissini neredeyse ortadan kalktığını deneyimledik. Çalışmamız boyunca bu gibi endişeler ile preoksijenasyon işleminden asla kaçınmamak gerektiğini gördük.

NIPBV'nin bir parçası olan PEEP uygulaması; venöz dönüş azalmasına bağlı kalp debisinde düşme, kafa içi basıncında artma, barotravmaya neden olma gibi komplikasyonlara neden olabilir (71). Elbette uygun hasta seçimi ve dikkatli, kişiselleştirilmiş PEEP titrasyonu bu komplikasyonları asgari seviyeye indirecektir. Seçilecek pozitif basınç düzeyleri hakkında literatürde PSV ve PEEP için (sırasıyla) Delay ve ark. (37) 6 ve 4 cmH₂O; Hanouz ve ark. (68) 12 ve 6 cmH₂O gibi çeşitli değerler belirtmişlerdir. Biz de bu bilgiler ışığında, çalışmamızı düşük değerlerle yapmak için 6 cmH₂O PSV ve 4 cmH₂O PEEP değerlerini seçtik.

NIPBV ve PEEP uygulama konusunda yukarıda değinilen endişeler doğrultusunda, bir nevi orantısız güç haline gelebilecek bu tedavi yöntemlerini preoksijenasyon alanında tüm hastalara uygulamamak için, ihtiyacı olan hastaları öngörmek, ihtiyacı zaten olmayacak hastalara bu yöntemleri en baştan uygulamaktan kaçınmayı hedefledik. Bu doğrultuda çalışmamızda; hastalara, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, PSV ve PEEP gibi NIPBV bileşenlerini, tasarladığımız basamaklı yaklaşım doğrultusunda uyguladık.

Hanouz ve ark.'nın (68) yaptığı, yaklaşık 150 hastayı içeren randomize kontrollü çalışmada; geleneksel yöntem olan THS, sadece PSV (12 cmH₂O) ve PSV +

PEEP (12 cmH₂O + 6 cmH₂O) uygulanan 3 grup karşılaştırılmış, yeterli ETO₂ seviyesine ulaşmada grupların hızlarını PSV+PEEP > PSV > THS olarak bulmuştur. Sırasıyla ortalama süreleri 140, 153 ve 190 sn'dir. Yani pozitif basınç eklemek geleneksel yöntemle göre yeterli preoksijenasyon için gereken süreyi kısaltmaktadır. Biz de çalışmamızda Grup I'de geleneksel yöntem olan THS'u uygularken Grup II'de NIPBV tekniklerini kademeli olarak uyguladık. Grup I'de başarılı preoksijenasyon (ETO₂ ≥90) süresi 237,17±40,31 sn iken 180. sn'de pozitif basınç eklediğimiz Grup II'de bu süre 222,63±27,24 sn'ye kısalmıştır. Ortalama 15 sn'lik bu kazanç için p değeri 0,003 olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak da anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. Hanouz ve ark.'nın (68) çalışmasından farklı olarak bizim çalışmamızda 180 sn öncesinde başarılı preoksijenasyona ulaşan hastalara yer verilmediğinden ortalama sürelerimiz daha büyük değerlere sahiptir. Ancak pozitif basınç uygulamalarının THS yöntemine göre süreyi kısaltması bakımından çalışmalar birbirini destekler niteliktedir.

Baillard ve ark. (7) geleneksel yöntem olan THS ile preoksijenasyon sonrası hipokseminin insidans ve risk faktörlerini inceledikleri, 2398 hastayı dahil ederek yaptıkları, çok merkezli ve prospektif çalışmalarında ikincil çıktı olarak; 3 dakikalık preoksijenasyondan sonra %50, 5 dakikalık preoksijenasyondan sonra ise %30 oranında hastanın yeterli preoksijenasyona sahip olamadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarına hemodinamik olarak stabil olmayan veya oksijen desteğine ihtiyaç duyan hastalar ile torasik cerrahi geçirecek hastaları dahil etmemişlerdir. Bizim çalışmamızdan farklı olarak VKİ ≥35 kg/m² olan ve maske ventilasyonunda kaççağa neden olabileceği öngörülen sakallı erkek hastalar çalışmadan dışlanmamıştır. 5. dk'nın sonunda yetersiz preoksijenasyon olan hasta oranının %30 olması bizim çalışmamızdaki %2,9'a göre çok daha yüksek bir orandır. Bu farklılık Baillard ve ark.'nın (7) çalışmaya dahil ettiği hastaları bizim dahil etmememiz ile açıklanabilir.

Arab ve ark. (8) düşük pozitif basınçlı (4 cmH₂O PSV + 4 cmH₂O PEEP) ventilasyon ile THS'yi karşılaştırdıkları 50 hasta ile yaptıkları çalışmalarında (5 dk süre sınırlaması olmadan) THS ile yetersiz preoksijenasyon oranını %20 olarak saptamış, düşük pozitif basınç grubunda ise preoksijenasyon yeterliliği konusunda başarısızlığa uğramamışlardır. Machlin ve ark.'nın (72) THS ile yaptıkları çalışmaya

200 hasta dahil edilmiş ve 23 (%11,5) tanesinde yetersiz preoksijenasyon saptanmış olup bu durum yetersiz maske uyumu ile ilişkilendirilmiştir; yeterli preoksijenasyon düzeyine ulaşan 177 hastadan 7 tanesi (%4) ise yeterli preoksijenasyon için 5 dk'dan daha uzun süreye ihtiyaç duymuştur.

Çalışmamızın akış şemasında (Bkz. Şekil 2) belirttiğimiz gibi preoksijenasyon uyguladığımız 381 hastadan 203'ü (%53,3) ilk 3 dk içinde yeterli preoksijenasyon seviyesine ulaşmadığı için çalışmamıza dahil edilmiştir. Grup I'e dahil edilen 103 hastanın 3 tanesinin (%2,9) ETO₂ değeri 5 dk sonunda 90'a ulaşmadığından çalışma dışında bırakılmıştır. NIPBV uygulanan Grup II'de ise tüm hastalar yeterli preoksijenasyon düzeyine ulaşmışlardır. Hanouz ve ark. (73) standart bir hava kaçağı modeli oluşturarak yaptıkları çalışmalarında THS yöntemi ile hava sızıntısı olan grupta ETO₂'de %90'a ulaşamadıklarını; ancak PSV + PEEP uyguladıkları grupta hava sızıntısına rağmen fire vermeden %90 ve üzerinde bir ETO₂ değerine ulaştıklarını göstermişlerdir. NIPBV yöntemlerinin yeterli preoksijenasyon için gereken süreyi kısaltmalarının yanı sıra hava kaçağına neden olabilecek maske-yüz uyumsuzluğunda da başarısızlığı ortadan kaldıracak şekilde görülmektedir. NIPBV yöntemlerinin başarısını kaçak kompanzasyonu ile ilişkilendirmek mümkündür. Ancak bizim çalışmamıza maske-yüz uyumsuzluğu nedeni ile hava kaçağı olabilecek sakallı erkek veya yanak dokusu çökük olabilecek yaşlı hasta gruplarının dahil edilmediği göz önünde bulundurulmalıdır. PSV ± PEEP uygulamalarının %100 olan bu başarı oranları bizim çalışmamızı da desteklemektedir.

PSV eklenen Grup II'deki, 240. sn'de ETO₂ <%90 olan hastaların Grup II.k ve Grup II.ç olarak iki gruba ayrılmasında gruplar arasında 8 hastalık bir fark meydana gelmiştir. Bu durum çalışma akışına göre hastaları kategorize etmenin kompleksliği, çalışmaya 200 hasta dahil edebilmek için 400'e yakın hastayı sürece dahil etme ve içinde bulunduğumuz COVID-19 pandemisinin çalışma sürecine olan inkâr edilemez etkisinden dolayı oluşmuştur. Çalışmanın akışı gereği elde olmadan meydana gelen bu farkı kompanse etmek, çalışma süresinin tamamlanması ve pandemi nedeniyle sınırlandırılan elektif cerrahiler nedeniyle mümkün olamamıştır. Ortalama sonuçlara bakıldığında sadece 6 cmH₂O PSV eklenen Grup II.k için gereken başarılı preoksijenasyon süresi 268,94±12,24 sn iken 6 cmH₂O PSV'ye ek olarak 4 cmH₂O

PEEP eklenen Grup II.ç'nin başarılı preoksijenasyon süresi $252,38 \pm 7,46$ sn olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak Grup II.k ve Grup II.ç arasındaki p değerinin 0,002 gibi oldukça belirgin bir farklılığa işaret ettiği görülmektedir. 0,05 değerinden oldukça uzak olan bu değere bakıldığında Grup II.ç'deki hasta sayısı 8 hasta daha artırılsa dahi aradaki anlamlılık durumunun değişmesi beklenmemektedir. Tabii ki hasta sayılarının artırılarak daha büyük örneklem gruplarında çalışmanın yinelenmesi, sonuçların doğruluğunu güçlendirecektir.

Baillard ve ark. (74) yetersiz preoksijenasyon için erkek cinsiyet, yaş >55 , ASA skoru >1 , diş kaybı ve sakal varlığını bağımsız risk faktörleri olarak vurgulamışlardır. Yine Baillard ve ark. yayınladıkları daha güncel bir çalışmada (7) 5 dk THS ile preoksijenasyon uygulandığında, ET_{O_2} değeri 90'ın altında kalan hastaları zor preoksijenasyon olarak tanımlamışlar; erkek cinsiyet, KOAH, HT, acil cerrahi gereksinimi ve öngörülebilir zor maske ventilasyonunu; zor preoksijenasyon için risk faktörleri olarak belirtmişlerdir.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz hastaların demografik verilerini incelediğimizde cinsiyet hariç gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Her iki grupta da erkek cinsiyet hâkim olmasına karşılık Grup II'deki hâkimiyet istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p = 0,013$). Hastaların işleme alındıkları branş dağılımına bakınca ise gruplar arasında yine anlamlı bir farklılık görmekteyiz ($p = 0,001$). Grup II'deki hastaların %45'i ürolojik işlemler öncesinde preoksijenasyon işlemine tabi tutulmuştur; ürolojik işlem geçiren hastaların büyük çoğunluğunun erkek olması, gruplar arasındaki cinsiyet farklılığını açıklamaktadır.

Grupların başarılı preoksijenasyon sürelerini kendi içinde cinsiyete göre inceleyecek olduğumuzda Grup I'de kadınların erkeklere göre anlamlı şekilde, daha kısa sürede yeterli preoksijenasyon düzeyine ulaştığı görülmektedir ($p = 0,009$). Benzer incelemeyi cinsiyete göre gruplar arasında yaptığımızda kadınlar; THS ile (Grup I) $226,04 \pm 37,30$ sn, NIPBV ile (Grup II) $216,45 \pm 23,01$ sn'de başarılı preoksijenasyon düzeyine ulaşmışlardır. Erkeklerde bu durum; THS ile (Grup I) $247,04 \pm 40,64$ sn, NIPBV ile (Grup II) $225,16 \pm 28,56$ sn olarak bulunmuştur. Görülmektedir ki kadınlar her iki yöntemde de erkeklere göre daha kısa sürede yeterli preoksijenasyon düzeyine ulaşmışlardır. Ve yine bu bulgulardan gördüğümüz gibi NIPBV uygulaması her iki

cinsiyette de başarılı preoksijenasyon süresi için gereken süreyi kısaltmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirdiğimizde ise bu kısalma kadınlarda anlamlı değilken ($p > 0,05$); erkeklerde anlamlı hâle gelmektedir ($p = 0,001$). Burada ifade edilen bilgiler doğrultusunda zor preoksijenasyon için bir risk faktörü olan ‘erkek cinsiyet’ preoksijenasyon yöntemi seçimi ile risk faktörü olmaktan çıkarılabilir.

Horlama öyküsü, diş kaybı ve sigara içme öyküsü gibi özellikli durumlar ve eşlik eden sistemik hastalıklar açısından bakıldığında sadece diş kaybı için gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($p = 0,002$). Baillard ve ark.’nın (7,74) yaptığı çalışmalarda yetersiz ve zor preoksijenasyon için bir risk faktörü olarak tanımlanan diş eksikliği de erkek cinsiyet gibi preoksijenasyon yöntemi seçimi ile ortadan kaldırılabilir bir diğer faktör olabilir.

Hastaların işlem öncesi ve işlem sonrası vital bulguları değerlendirildiğinde SKB, DKB ve KAH değerleri açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir. Ancak SpO_2 değerlerine bakıldığında hastalara Grup II’deki NIPBV uygulamasının SpO_2 değerini işlem öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde yükselttiği görülmektedir ($p = 0,000$). Bu istatistiksel anlamlılığın klinik pratiğimize yansımadığını söyleyebiliriz. Çünkü çalışmaya dahil edilen hastaların hiçbiri desatüre değildi, hepsinin SpO_2 değeri kritik olarak kabul edilen değerlerin üzerindeydi. Çalışmamızdaki yöntem ile kritik alt sınır olarak kabul edilen SpO_2 değerine kadar geçen non-hipoksemik apne süresinin değerlendirilmesi ise preoksijenasyon işleminin verimliliğini değerlendirmek için bu konuda yapılacak olan çalışmalarla aydınlatılabilecek bir konudur.

Machlin ve ark. (72) 200 hastayı dahil ederek THS ile yaptıkları çalışmalarında sigara içen, içmeyen ve daha önceden içme öyküsü olanların yeterli preoksijenasyon için gereken sürelerine baktıklarında; bu sürelerin sigara içme durumu ile korelasyon göstermediğini saptamışlardır. Biz de çalışmamızdaki grupların başarılı preoksijenasyon sürelerini kendi içinde sigara içme durumuna ve sigara içenlerin gruplar arasındaki süre farkına göre inceledik. Analizler göstermektedir ki; sigara içiyor olmak grupların başarılı preoksijenasyon süreleri arasında anlamlı bir fark oluşturmamaktadır (Grup I ve II için $p > 0,05$). Benzer şekilde sigara içenler arasında

uygulanan preoksijenasyon yöntemi de başarılı preoksijenasyona ulaşma süresini anlamlı olarak değiştirmemektedir ($p > 0,05$).

Zor preoksijenasyon için risk faktörlerinden bir diğeri olan; hipertansiyon öyküsü (7) olanlar açısından grupların başarılı preoksijenasyon sürelerini kendi içinde kıyasladığımızda her iki grupta da HT öyküsü olmayan hastaların daha kısa sürede yeterli preoksijenasyon düzeyine geldiğini görmekteyiz (Grup I için $p = 0,000$; Grup II için $p = 0,042$). HT'si olan hastaları uygulanan yöntemle göre başarılı preoksijenasyon süresi yönünden kıyasladığımızda da yine anlamlı bir farklılık görmekteyiz ($p = 0,000$). Bizim çalışmamıza göre HT'si olan hastalarda seçilecek preoksijenasyon yöntemi için NIPBV tekniklerinin ön planda düşünülmesi uygun olacaktır. Ancak gruplar arasındaki bu farklılığı klinik olarak daha anlamlı hale getirmek için daha fazla hasta sayısı ile bu konuya odaklanmış çalışmalara gereksinim vardır.

Langeron ve ark.'nın (75) tanımladığı zor maske ventilasyonu için risk faktörleri; -ilişkilendirme sırasına göre- sakal varlığı, VKİ $> 26 \text{ kg/m}^2$, diş eksikliği, yaş > 55 ve horlama öyküsüdür. Tedavisinde NIPBV'nin yeri olan obstrüktif uyku apne sendromunun taramasında Chung ve ark.'nın (76) belirlediği STOP-Bang kriterleri sorgulanmalıdır. Horlama öyküsü, gün içindeki yorgunluk ve uykululuk hali, tanıklı apne, HT, VKİ $> 35 \text{ kg/m}^2$, yaş > 50 , geniş boyun çevresi ve erkek cinsiyeti içeren bu kriterlerin perioperatif solunum komplikasyonlarını öngörmek adına preoperatif olarak da sorgulanması önerilmektedir (77). Çalışmamızdaki grupları horlama öyküsü olan ve olmayan hastalar olarak kendi içinde değerlendirdiğimizde Grup I'de anlamlı bir farklılık bulunmazken ($p > 0,05$); Grup II'de anlamlı bir fark vardır ($p = 0,044$). Horlama öyküsü olan hastalar arasındaki yöntem farklılığının başarılı preoksijenasyon süresine olan etkisini incelediğimizde ise gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Zor preoksijenasyon risk faktörleri kapsamında hastaları son olarak VKİ açısından değerlendirdiğimizde; VKİ $< 30 \text{ kg/m}^2$ ve $30 \leq \text{VKİ} \leq 35$ olan hastaların başarılı preoksijenasyon süreleri hem grup içi hem de gruplar arası karşılaştırmalarda anlamlı bir fark göstermemiştir ($p > 0,05$).

Kesavan ve ark. (26) preoksijenasyon sırasında CPAP (5 cmH₂O) uyguladıkları ve uygulamadıkları iki grubu karşılaştırmışlar; preoksijenasyon sonundaki PaCO₂ değerlerini CPAP uygulamadıkları grupta 37,4±7,1 mmHg; CPAP uyguladıkları grupta ise 35,6±4,9 mmHg olarak bulmuşlardır. Bu farklılık istatistiksel bakımdan anlamlı olarak değerlendirilmemiştir (p >0,05). PaCO₂ ile ETCO₂ değerlerinin korele olduğunu düşünürsek (78), bizim de çalışmamızdaki gruplar başarılı preoksijenasyon sonundaki ETCO₂ değerleri bakımından karşılaştırıldığında; THS ile preoksijenasyon uyguladığımız Grup I'de ETCO₂ değeri 36,70±2,43 mmHg, NIPBV uyguladığımız Grup II'de ise 36,67±2,55 mmHg olarak bulunmuştur. Bu değerler arasında istatistiksel bir fark saptanmamıştır (p >0,05). Çalışmamız bu konuda Kesavan ve ark.'nın (26) yaptığı çalışma ile uyumlu görünmektedir.

Çalışmamıza literatür taraması ve yöntemin planlanması aşamasında olmayan bir pencereden bakacak olursak; bilindiği gibi Aralık 2019'da başlayan koronavirüs-19 hastalığı (COVID-19) neden olduğu pandemi ile tüm dünyayı etkisi altına almıştır. Sağlık çalışanları bu pandemide ön planda mücadele ederken bir yandan da COVID-19 başta olmak üzere bulaşıcı hastalıklara maruz kalma riskiyle karşı karşıyadır. Şiddetli akut solunum yetmezliği sendromu ile seyreden ve damlacık yoluyla bulaşan bu hastalıkla beraber havayolu güvenliğiyle ilgili konular gündemdeki yerini korumaktadır. Dünya Sağlık Örgütü 2007 yılında yayınladığı kılavuzda (79) solunum yoluyla patojen bulaşma riskinde; entübasyon, manuel ventilasyon ve aspirasyon gibi işlemlerde belgelenmiş artış olduğunu; NIPBV, HFNC ve nebulizasyon işlemlerinde de olası artış olduğunu belirtmiştir. Hui ve ark. (80) da uygulanan HFNC'nin akışı ve CPAP'ın basıncı artırıldığında ekshale edilen hava dağılımının yayılma mesafesinin arttığını; akciğer hasarının seviyesi arttıkça bu mesafenin azaldığını belirtmişlerdir.

Brown ve ark. (81) yayınladıkları 2021 yılına ait bir çalışmada aerosol oluşumuna dair endişeleri trakeal entübasyon ve ekstübasyon çerçevesinde değerlendirmişlerdir. Optik partikül boyutlandırıcı kullanarak yaptıkları çalışmalarında en fazla partikül oluşumunu istemli öksürükle gözlemişlerdir. Bunu özellikle hastanın öksürüğünün eşlik ettiği ekstübasyon aşaması ve son olarak da maske ventilasyonu dahil entübasyon aşaması takip etmektedir. Bu endişeler göz önünde bulundurulduğunda; pandemi öncesi dönemde güncel olarak tartışılan HFNC

başta olmak üzere, preoksijenasyon yöntemlerinin optik partikül boyutlandırıcısı ile tekrar gözden geçirilmesi ve kâr-zarar hesabının yapılmasının uygun olacağı görüşündeyiz.

Başarılı preoksijenasyon sürelerinin, çalışmamızdaki gruplar arasındaki yaklaşık 15 sn'lik farkı ve bu durumları göz önünde bulundurunca NIPBV yöntemlerinin gerekliliği iyi değerlendirilmelidir. Literatürdeki bilgiler ve bizim de bulgularımız ışığında zor preoksijenasyon için risk faktörü olan veya çalışmamıza dahil etmediğimiz profildeki hastalarda avantajlı yanlarının ağır basabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak risk faktörü olmayan hastalarda istatistiksel olarak anlamlı olsa da klinik olarak bu farkın ne kadar gerekli olduğu sorgulanmalı, NIPBV uygulanacak hastalar konusunda seçici olunmalıdır. Çalışmamızdaki hasta profilinde, algoritmik yaklaşım modeli ile görülmektedir ki THS ile yeterli preoksijenasyon çok büyük oranda zaten sağlanmaktadır. Bu profildeki hastalarda NIPBV ikinci planda kalabilir. Ancak risk faktörü olan hasta gruplarında veya NIPBV'nin faydalı olabileceği düşünülen durumlarda bu yaklaşım değerlendirilebilir.

Çalışmamız, ameliyathane pratiğimizde uygulama metotlarımızı gözden geçirmemizi ve güncel bilgiler ışığında revize etmemizi sağlamıştır. Ancak bazı konuların çalışmamızda kısıtlılıklara neden olduğunu belirtmeliyiz. COVID-19 pandemisinin getirdiği elektif vakalardaki aksaklıklar Grup II.k ve Grup II.ç arasındaki hasta sayılarının farklılığında etkilidir. Çalışmamız algoritmik olarak uygulanan preoksijenasyonun başarılı olduğu süreye odaklanarak, preoksijenasyonun etkinliğini değerlendirmişti. Ancak verimlilik açısından non-hipoksemik apne süresi değerlendirilmemiştir. Bunda etik çekincelerin de rolü vardır. Benzer şekilde yöntemlerin PaO₂ üzerindeki etkileri de değerlendirmeye tabi tutulmamıştır. Dışlama kriterlerine sahip hastalar ile yaşlı, gebe, çocuk, morbid obezite gibi özellikli durumdaki hastalar çalışmamıza dahil edilmediğinden bu gruplar hakkındaki veriler de incelenememiştir.

Çalışmamız ilerleyen zamanlarda, özellikli grupların preoksijenasyon tercihlerine dair çalışmalara fikir verebilir. Uyguladığımız algoritmanın PaO₂ düzeyine olan etkileri, non-hipoksemik apne süresine ilişkin muhtemel kazançları, başarılı preoksijenasyon sürelerinin PaO₂ düzeyleri ve non-hipoksemik apne süreleri

ile olan ilişkileri aydınlatılmaya ve üzerinde çalışılmaya açık noktalarıdır. Risk faktörlerine odaklanmış hasta grupları ile daha geniş popülasyonlar üzerinde yapılacak çalışmalar, şüphesiz ki literatüre yeni katkılar sağlayacaktır.

Hipokrat'ın “Hastalık yoktur, hasta vardır.” ifadesi, yüzyıllardır tıp uygulamalarının temel öğreti taşlarının başında gelmektedir. Artık hasta sayısı kadar olan tanı, tedavi ve korunma modelleri ‘kişiselleştirilmiş tıp’ adıyla yeniden gözden geçirilebilmektedir. Her ne kadar günlük uygulamalarımızı hasta gruplarına göre standardize etmeye çalışsak da preoksijenasyon konusunun da kişiselleştirilmiş tıp perspektifi ile değerlendirilmesi, uygulanan yöntemlerin detaylarına hâkim olunarak hasta özelinde kararlar verilmesi daha güvenli ve doğru yaklaşımları getirecektir.

SONUÇ

Anestezi indüksiyonu öncesindeki preoksijenasyon işleminde; tidal hacimli solunum ile 3. dk sonunda hedef ET_{O_2} (≥ 90) değerine ulaşamayan hastalara önce 1 dk 6 cmH₂O PSV, başarı sağlanamadığında ise 1 dk da 4 cmH₂O PEEP eklemenin preoksijenasyon başarısına etkisini incelemeyi amaçladığımız çalışmamızda;

1. Gruplar cinsiyet, işleme alınacakları branş dağılımları ve dış kaybı bakımından farklı; eşlik eden sistemik hastalıklar, diğer demografik veriler ve özellikli durumlar bakımından benzer bulunmuştur.
2. SpO₂ değeri her iki grupta da preoksijenasyon işlemi öncesine göre anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (p <0,001).
3. 5 dk THS uygulanan hastaların %2,9'u yeterli düzeye ulaşamazken, NIPBV ile yetersiz preoksijenasyon yoktur.
4. Başarılı preoksijenasyon süresi Grup II'de (222,63±27,24 sn), Grup I'e (237,17±40,31 sn) göre (p =0,003), Grup II.ç'de (252,38±7,46 sn) ise Grup II.k'ye (268,94±12,24 sn) göre anlamlı olarak kısa bulunmuştur (p =0,002).
5. Grup I'de kadınların preoksijenasyon süresi (226,04±37,30 sn), erkeklere (247,04±40,64 sn) göre anlamlı olarak kısa bulunmuştur (p =0,009). Erkek cinsiyet, THS ile geç preoksijenasyon için risk faktörü olarak değerlendirilebilir.
6. Erkeklerin başarılı preoksijenasyon süresi Grup II'de (225,16±28,56 sn), Grup I'e (247,04±40,64 sn) göre anlamlı olarak kısa bulunmuştur (p =0,001). NIPBV erkeklerde daha etkili olmaktadır.
7. HT hastalarının, HT hastalığı olmayanlara göre başarılı preoksijenasyon süresi hem Grup I'de (287,00±13,49 sn / 234,55±39,55 sn) hem de Grup II'de (238,44±32,73 sn / 219,62±25,18 sn) anlamlı olarak daha uzun bulunmuştur (p <0,05). HT hastaları Grup I'de Grup II'ye göre anlamlı olarak daha uzun sürede preoksijenize olmuştur (p =0,000).

8. Sigara, horlama öyküsü ve VKİ ≥ 30 olması gruplar arasında anlamlı bir farklılığa neden olmamıştır ($p > 0,05$).
9. ETCO₂ değerleri bakımından gruplar arası anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Sonuç olarak; PSV ve PEEP gibi NIPBV yöntemleri eklendikçe başarılı preoksijenasyon için gereken süre kısalmaktadır. NIPBV yöntemlerinin, THS ile yeterli preoksijenasyon düzeyine erişen hastalar için gerekli olmadığı; ancak seçilmiş hastalarda yararlı olabileceği kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

1. Weiser TG, Haynes AB, Molina G, Lipsitz SR, Esquivel MM, Uribe-Leitz T, et al. Estimate of the global volume of surgery in 2012: an assessment supporting improved health outcomes. *Lancet* 2015;385 Suppl 2:S11.
2. Artime CA, Hagberg CA. Airway management in the adult. In: Gropper MA, eds. *Miller's anesthesia*. 9th Ed. Elsevier 2020:1373–412.
3. Metzner J, Posner KL, Lam MS, Domino KB. Closed claims' analysis. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2011;25(2):263–76.
4. Nørskov AK, Rosenstock C V., Wetterslev J, Astrup G, Afshari A, Lundstrøm LH. Diagnostic accuracy of anaesthesiologists' prediction of difficult airway management in daily clinical practice: a cohort study of 188.064 patients registered in the Danish Anaesthesia Database. *Anaesthesia* 2015;70(3):272–81.
5. Bell MD. Routine pre-oxygenation - a new “minimum standard” of care? [Editorial]. *Anaesthesia* 2004;59:943–5.
6. Hamilton WK, Eastwood DW. A study of denitrogenation with some inhalation anesthetic systems. *Anesthesiology* 1955;16(6):861–7.
7. Baillard C, Boubaya M, Statescu E, Collet M, Solis A, Guezennec J, et al. Incidence and risk factors of hypoxaemia after preoxygenation at induction of anaesthesia. *Br J Anaesth* 2019;122(3):388–94.
8. Arab OA, 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. *Eur J Anaesthesiol* 2016;33:269–74.
9. Valentine SJ, Marjot R, Monk CR. Preoxygenation in the elderly: a comparison of the four-maximal-breath and three-minute techniques. *Anesth Analg* 1990;71:516–9.

10. McCrory JW, Matthews JNS. Comparison of four methods of preoxygenation. *Br J Anaesth* 1990;64(5):571–6.
11. Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ, Miko I. Efficacy of preoxygenation using tidal volume and deep breathing techniques with and without prior maximal exhalation. *Can J Anesth* 2007;54(6):448–52.
12. Benumof JL. Preoxygenation: best method for both efficacy and efficiency? [Editorial]. *Anesthesiology* 1999;91(3):603–5.
13. 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.
14. Hall JE, Hall ME. Pulmonary ventilation. In: Hall JE, eds. *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 14th Ed. Elsevier 2021:491–501.
15. Oğuzalp H, Akıncı SB. Solunum fiziyojisi. In: Keçik Y, eds. *Temel anestezi*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri 2016:281–92.
16. Leith DE, Brown R. Human lung volumes and the mechanisms that set them. *Eur Respir J* 1999;13(2):468–72.
17. Saryal S. Lung volumes. *Toraks Cerrahisi Bulteni* 2017;10(1):21–8.
18. Butterworth JF, Mackey DC, D. WJ. Respiratory physiology & anesthesia. In: *Clinical anesthesiology*. 6th ed. Lange 2018:811–75.
19. Lane S, Saunders D, Schofield A, Padmanabhan R, Hildreth A, Laws D. A prospective, randomised controlled trial comparing the efficacy of preoxygenation in the 20° head-up vs supine position. *Anaesthesia* 2005;60(11):1064–7.
20. Lumb AB, Thomas CR. Oxygen. In: *Nunn and Lumb’s applied respiratory physiology*. 9th ed. Elsevier Limited 2021:136–63.
21. Tanoubi I, Drolet P, Donati F. Optimizing preoxygenation in adults. *Can J*

- Anesth 2009;56(6):449–66.
22. Sirian R, Wills J. Physiology of apnoea and the benefits of preoxygenation. *Continuing Education Anaesthesia Critical Care and Pain* 2009;9(4):105–8.
 23. Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. *Anesthesiology* 2003;98(1):28–33.
 24. 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.
 25. Bhatia PK, Bhandari SC, L. TK, Kumar Y. End-tidal oxygraphy and safe duration of apnoea in young adults and elderly patients. *Anaesthesia* 1997;52(2):175–8.
 26. Kesavan R, Balakrishnan S, Rajan S, Purushothaman SS, Varghese R, Kumar L. Efficiency and efficacy of two techniques of preoxygenation during modified rapid sequence intubation. *Anesth Essays Res* 2018;12(3):754–7.
 27. Nimmagadda U, Salem MR, Crystal GJ. Preoxygenation: physiologic basis, benefits, and potential risks. *Anesth Analg* 2017;124(2):507–17.
 28. Heier T, Feiner JR, Lin J, Brown R, Caldwell JE. Hemoglobin desaturation after succinylcholine-induced apnea: a study of the recovery of spontaneous ventilation in healthy volunteers. *Anesthesiology* 2001;94(5):754–9.
 29. Levitan RM, Behringer EC, Patel A. Preoxygenation. In: Hagberg CA, eds. *Hagberg and Benumof’s airway management*. 4th ed. Elsevier 2018:249–64.
 30. Taha SK, El-Khatib MF, Siddik-Sayyid SM, Abdallah FW, Dagher CM, Chehade J-MA, et al. Preoxygenation by 8 deep breaths in 60 seconds using the Mapleson A (Magill), the circle system, or the Mapleson D system. *J Clin Anesth* 2009;21(8):574–8.
 31. Taha S, El-Khatib M, Siddik-Sayyid S, Dagher C, Chehade J-M, Baraka A.

- Preoxygenation with the Mapleson D system requires higher oxygen flows than Mapleson A or circle systems. *Can J Anesth* 2007;54(2):141–5.
32. Nimmagadda U, Salem MR, Joseph NJ, Lopez G, Megally M, Lang DJ, et al. Efficacy of preoxygenation with tidal volume breathing: comparison of breathing system. *Anesthesiology* 2000;93(3):693–8.
 33. Russell GN, Smith CL, Snowdon SL, Bryson THL. Pre- oxygenation and the parturient patient. *Anaesthesia* 1987;42(4):346–51.
 34. Nimmagadda U, Chiravuri SD, Ramez Salem M, 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.
 35. Berthoud M, Read DH, Norman J. Pre- oxygenation- how long? *Anaesthesia* 1983;38(7):96–102.
 36. Weingart SD, Levitan RM. Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. *Ann Emerg Med* 2012;59(3):165-175.e1.
 37. Delay J-M, 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.
 38. Herriger A, Frascarolo P, Spahn DR, Magnusson L. The effect of positive airway pressure during pre-oxygenation and induction of anaesthesia upon duration of non-hypoxic apnoea. *Anaesthesia* 2004;59(3):243–7.
 39. Patel A, Nouraei SAR. 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.
 40. Jeschke KN, Bonnesen B, Hansen EF, Jensen J-US, Lapperre TS, Weinreich

- UM, et al. Guideline for the management of COVID-19 patients during hospital admission in a non-intensive care setting. *Eur Clin Respir J* 2020;7(1):1–13.
41. Ramkumar V, Umesh G, Ann Philip F. Preoxygenation with 20° head-up tilt provides longer duration of non-hypoxic apnea than conventional preoxygenation in non-obese healthy adults. *J Anesth* 2011;25(2):189–94.
 42. Dixon BJ, Dixon JB, Carden JR, Burn AJ, Schachter LM, Playfair JM, et al. Preoxygenation is more effective in the 25° head-up position than in the supine position in severely obese patients. *Anesthesiology* 2005;102:1110–5.
 43. Baraka AS, Hanna MT, Jabbour SI, Nawfal MF, Sibai AAN, Yazbeck VG, et al. Preoxygenation of pregnant and nonpregnant women in the head-up versus supine position. *Anesth Analg* 1992;75(5):757–9.
 44. 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.
 45. Jense HG, Dubin SA, Silverstein PI, O’Leary-Escolas U. Effect of obesity on safe duration of apnea in anesthetized humans. *Anesth Analg* 1991;72:89–93.
 46. Baraka AS, Taha SK, Siddik-Sayyid SM, Kanazi GE, El-Khatib MF, Dagher CM, et al. Supplementation of pre-oxygenation in morbidly obese patients using nasopharyngeal oxygen insufflation. *Anaesthesia* 2007;62(8):769–73.
 47. 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.
 48. 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.
 49. Falempin A-S, Pereira B, Binakdane F, Bazin J-E, Smirdec M. Investigator-

- initiated, multicentre, open-label, two-arm, randomised controlled trial comparing intubating conditions in 25° head-up position and supine: the InSize25 study protocol. *BMJ Open* 2019;9(11):1–9.
50. 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.
 51. Butler PJ, Munro HM, Kenny MB. Preoxygenation in children using expired oxygraphy. *Br J Anaesth* 1996;77(3):333–4.
 52. Morrison JE, Collier E, Friesen RH, Logan L. Preoxygenation before laryngoscopy in children: how long is enough? *Paediatr Anaesth* 1998;8(4):293–8.
 53. Xue F, Tong S, Wang X, Deng X, An G. Study of the optimal duration of preoxygenation in children. *J Clin Anesth* 1995;7(2):93–6.
 54. 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.
 55. 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.
 56. Mosier JM, Hypes CD, Sakles JC. Understanding preoxygenation and apneic oxygenation during intubation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2017;43(2):226–8.
 57. 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):1291–2.
 58. Straker T, Urdaneta F. Confirmation of tracheal intubation. In: Hagberg and Benumof's airway management. 4th Ed. Elsevier Inc; 2018:540–50.

59. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg Tokics L, Brismar B. CT-assessment of dependent lung densities in man during general anaesthesia. *Acta Radiol* 1995;36:626–32.
60. Gunnarsson L, Tokics L, Gustavsson H, Hedenstierna G. Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1991;66(4):423–32.
61. Hedenstierna G, Edmark L. Mechanisms of atelectasis in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2010;24(2):157–69.
62. 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.
63. Rothen HU, Neumann P, Berglund JE, Valtysson J, Magnusson A, Hedenstierna G. Dynamics of re-expansion of atelectasis during general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1999;82(4):551–6.
64. Lumb AB, Thomas CR. Oxygen toxicity and hyperoxia. In: Nunn and Lumb's applied respiratory physiology. 9th ed. Elsevier Limited 2021:285-298.e2.
65. Eggers GWN, Paley HW, Leonard JJ, Warren J V. Hemodynamic responses to oxygen breathing in man. *J Appl Physiol* 1962;17:75–9.
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. Xu F, Liu P, Pascual JM, Xiao G, Lu H. Effect of hypoxia and hyperoxia on cerebral blood flow, blood oxygenation, and oxidative metabolism. *J Cereb Blood Flow Metab* 2012;32(10):1909–18.
68. 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.
69. Bouroche G, Bourgain JL. Preoxygenation and general anesthesia: a review. *Minerva Anesthesiol* 2015;81(8):910–20.
 70. Tianliang W, Gang S, Guocan Y, Haixing F. Effect of facemask ventilation with different ventilating volumes on gastric insufflation during anesthesia induction in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Saudi Med J* 2019;40(10):989–95.
 71. Mora Carpio AL, Mora JI. Positive end-expiratory pressure. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL) 2020. <http://europepmc.org/books/NBK441904>. 23 Nisan 2021 tarihinde ulaşılmıştır.
 72. Machlin HA, Myles PS, Berry CB, Butler PJ, Story DA, Heath BJ. End-tidal oxygen measurement compared with patient factor assessment for determining preoxygenation time. *Anaesth Intensive Care* 1993;21(4):409–13.
 73. Hanouz JL, Le Gall F, Gérard JL, Terzi N, Normand H. Non-invasive positive-pressure ventilation with positive end-expiratory pressure counteracts inward air leaks during preoxygenation: a randomised crossover controlled study in healthy volunteers. *Br J Anaesth* 2018;120(4):868–73.
 74. Baillard C, Depret F, Levy V, Boubaya M, Beloucif S. Incidence and prediction of inadequate preoxygenation before induction of anaesthesia. *Ann Fr Anesth Reanim* 2014;33(4):e55–8.
 75. Langeron O, Masso E, Huraux C, Guggiari M, Bianchi A, Coriat P, et al. Prediction of difficult mask ventilation. *Anesthesiology* 2000;92(5):1229–36.
 76. Chung F, Abdullah HR, Liao P. STOP-Bang questionnaire; a practical approach to screen for obstructive sleep apnea. *Chest* 2016;149(3):631–8.
 77. De Hert S, Staender S, Fritsch G, Hinkelbein J, Afshari A, Bettelli G, et al. Pre-operative evaluation of adults undergoing elective noncardiac surgery: updated guideline from the European Society of Anaesthesiology. *Eur J Anaesthesiol*

2018;35(6):407–65.

78. Satoh K, Ohashi A, Kumagai M, Sato M, Kuji A, Joh S. Evaluation of differences between PaCO₂ and ETCO₂ by age as measured during general anesthesia with patients in a supine position. *J Anesthesiol* 2015;1–5.
79. Guidelines WI. Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory diseases in health care WHO. Vol. 6, Infection prevention and control of epidemic- and pandemic-prone acute respiratory diseases in health care. 2007. www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_EPR_2007_6c.pdf. 23 Nisan 2021 tarihinde ulaşılmıştır.
80. Hui DS, Chow BK, Lo T, Tsang OTY, Ko FW, Ng SS, et al. Exhaled air dispersion during high-flow nasal cannula therapy versus CPAP via different masks. *Eur Respir J* 2019;53(4).
81. Brown J, Gregson FKA, Shrimpton A, Cook TM, Bzdek BR, Reid JP, et al. A quantitative evaluation of aerosol generation during tracheal intubation and extubation. *Anaesthesia* 2021;76(2):174–81.